取扱説明書

２．４ＧＨｚ帯データ通信無線モジュール

ＦＤＥ０２ＴＪ

ＦＤＥ０２ＴＪをお買い上げいただきありがとうございます。

注意

・本製品をご使用になる前に、必ずこの取扱説明書をよくお読みください。特に、設置、取り扱い、および操作説明などにおける指示・警告事項（ ⚠ のついている説明事項）は安全上の重要な項目です。お読みの上、正しくお使いください。

・お読みになったあとは、いつでもみられる所に必ず保管してください。

・本製品を譲渡するときには、必ず本製品にこの取扱説明書を添付して次の所有者に渡してください。

・本製品は、日本国内の法規に基づいて作製されていますので、日本国内のみで使用してください。

・お客様が、本製品を分解して修理・改造すると電波法に基づいた処罰を受けることがありますので絶対に行わないでください。

・本製品は無線設備の技術基準適合証明を受けた無線設備ですので、証明ラベルは絶対に剥がさないでください。

Futaba

警告表示の用語と説明

この取扱説明書では、誤った取り扱いによる事故を未然に防ぐために以下の表示をしています。表示の意味は次の通りです。

⚠ 警告 この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が傷害を負ったり、物的損害の発生、または法的な処罰の対象になることが想定される内容が記載されています。

注意 お使いになる上での注意や制限などです。誤った操作をしないために、必ずお読みください。

⚠ 警告

1．本製品を搭載する機器の安全対策を十分行ってください。
電波の性質上、到達範囲内であってもノイズやマルチパスフェージングなどにより通信不能に陥る場合が考えられます。これらを十分考慮の上でご使用ください。

2．本製品を保管・設置する場合は水、油、薬品、くもなどの生物、異物（特に金属片）が侵入しないようにしてください。
本製品内に異物などが侵入した場合、機器の破損や誤動作の原因となります。

3．本製品を腐食性ガス雰囲気に保管・設置しないでください。
腐食性ガス雰囲気では破損や誤動作の原因になります。

4．本製品を原子力施設など放射線被爆する環境に保管・設置しないでください。
放射線を被爆すると破損や誤動作の原因になります。

5．本製品を船舶・港湾設備など、塩害を受ける環境に保管・設置しないでください。
塩害を受けると破損や誤動作の原因になります。

6．本製品の電源線を配線する時は、接続する機器の電源を切ってから配線作業を行ってください。
破損および感電の原因となります。

7．誤配線のないように注意してください。
機器の破損や誤動作の原因となります。

8．本製品を用いて移動体や可動機器を制御する場合は機器周辺の安全確認を行ってから電源を入れてください。
けがや物的損害の原因となります。

9．本書で指示する安全な操作法および警告に従わない場合、または仕様ならびに設置条件等を無視した場合には動作および危険性を予見できず、安全性を保証することができません。本書の指示に反することは絶対に行わないでください。

10．本製品を廃棄するときは、産業廃棄物として処理してください。

注意

1．この取扱説明書の内容については、万全を期しておりますが、万一ご不審な点や誤りなどお気付きの事柄がありましたら、当社窓口にご一報くださいますようお願いいたします。

2．本製品を医療機器や航空機、武器や化学兵器等には使用しないでください。医療機器や航空機の近くで使用される場合は、それらの機器に妨害を与えないように配慮してください。

3．当社指定以外の部品を使用した場合には、動作不良および予見不可能な事態を引き起こす恐れがあります。予備部品は必ず当社指定の部品をお使いください。

4．保証期間内に修理依頼される時は、保証書を必ず添付してください。添付されないと保証書に記載されている保証が受けられなくなります。保証内容については、保証書を参照してください。

5．本書の内容の一部または全部を、コピー、印刷あるいは電算機可読型式など如何なる方法においても無断で転載することは著作権法により禁止されています。

6．運用した結果については１項にかかわらず責任を負いかねますので、ご了承ください。

目次

第1章　ＦＤＥ０２ＴＪの概要 **4**
1.1 製品概要 5
1.2 特長 5
1.3 外観 6
1.4 無線機の取り付け 6
1.5 アンテナの取り付け 7
1.6 電波環境の確認 8
1.6.1 簡易スペクトルアナライザーによる電波環境確認 8
1.6.2 ＴＳ２コマンドによる通信回線のテスト 8
1.6.3 測定結果の判定 8
1.6.4 電波環境の改善 9
1.6.5 混信・妨害に対する注意点 9
1.7 取り扱いの注意点 10
1.7.1 他の無線局との混信防止について 10
1.7.2 現品表示 10
1.7.3 屋外固定設置の場合の現品表示 10
第2章　ＦＤＥ０２ＴＪの動作 **12**
2.1 動作モードについて 13
2.2 外部インターフェース 14
2.3 電源投入と初期化動作 16
2.3.1 電源投入 16
2.3.2 初期化 16
2.3.3 Ｓｅｌｅｃｔ端子 16
2.3.4 パワーオンフェールセーフ 16
2.3.5 リセット 17
2.3.6 システムエラー 17
2.4 その他の端子機能 17
2.4.1 Ｋｅｙｉｎ端子 17
2.4.2 Ｂｕｓｙ端子 17
2.4.3 ＬＥＤ 18
2.5 機能設定 19
2.5.1 ターミナルソフト 19
2.5.2 通信モードの設定 19
2.5.3 メモリレジスタの設定 20
2.5.4 メモリレジスタの初期化 20
2.5.5 Ｋｅｙｉｎによる設定 20
2.5.6 コマンドによる設定 20
2.6 周波数チャンネル 21
2.6.1 周波数チャンネル 21
2.6.2 周波数グループ 22
2.6.3 隣接チャンネル妨害 22
2.6.4 特定周波数の感度低下 22
2.7 低消費電力動作 23
2.8 通信プロトコル 24
2.8.1 パケット通信 24
2.8.2 テレコンモードとデータ通信モード 24
2.8.3 パケット送信モード 25
2.8.4 ヘッダレスノーマルモード 26
2.8.5 マルチホップ 27
2.8.6 通信経路の確認 28
2.8.7 通信時間 30
2.8.8 テレコンモード 35

2.8.9 ＩＤ登録モード 36
2.9 使用上の注意 37
2.9.1 送信レスポンスの誤出力 37
2.9.2 同時送信の周波数の追いかけっこ 37
2.9.3 同報通信の再送回数 37
2.9.4 隠れ端末問題 38
第３章　FDE02TJのコマンド 40
3.1 コマンド一覧 41
3.2 コマンドの使用方法 41
3.3 コマンドレスポンス 41
3.3.1 コマンドレスポンスの種類と意味 41
3.3.2 受信データとの競合 41
3.4 コマンド機能の詳細 42
第４章　ＦＤＥ０２ＴＪのメモリレジスタ 50
4.1 概要 51
4.2 メモリレジスタ一覧 51
4.3 メモリレジスタ機能詳細 52
第５章　資料 58
5.1 一般仕様 59
5.2 高周波部 59
5.3 通信制御 59
5.4 外部インターフェース 59
5.5 電源 59
5.6 環境仕様 59
5.7 その他 60

第1章

ＦＤＥ０２ＴＪの概要

1.1 製品概要

ＦＤＥ０２ＴＪ（以下、本無線機と呼びます）はＡＲＩＢ標準規格　ＳＴＤ－Ｔ６６に準拠した２．４ＧＨｚ帯小電力無線局の無線設備です。

本無線機は送信回路と受信回路の両方を備え、通信制御のためのＣＰＵを持ち、接点入力またはコマンドにより双方向のパケット通信を行なうことができます。

1.2 特長

◆マルチホップ機能

フラッディング方式を独自に改良したマルチホップ機能により、小規模ながらメッシュ型のマルチホップを実現しています。

◆超低消費電流

適切な回路構成と間歇動作制御により、極めて低消費電流です。バッテリー動作の機器に組み込んで長時間動作が可能です。

◆インターフェース

インターフェースはコマンド入力のための調歩同期シリアル通信ポートのほかに、接点通信のための８点入力８点出力も用意しています。

◆２つの通信モード

本無線機はテレコンモードとデータ通信モードの２つの通信モードを持ちます。
テレコンモードはリモコンなどの接点通信に対応します。
データ通信モードはシリアルデータ通信に対応します。

◆高速レスポンス

テレコンモードでは、送信機の接点入力から受信機の接点出力までのレスポンス時間が最大２０ｍｓと高速です。

◆無線回線テスト機能

無線機単体で無線回線の状態をチェックできる機能があります。設置のときやメンテナンスに便利です。

◆公衆回線に接続可能

電気通信事業法端末設備等規則技術基準に適合していますので、公衆回線に接続可能です。

◆周波数チャンネルは８１チャンネル

２４０２MHｚから２４８２MHｚまで、１MHｚステップで８１チャンネルが使用可能です。無線ＬＡＮとの共存に適します。

◆小型サイズ

サイズ　２４（W）×２０（D）×２．７（H）mm。小型なので組み込みが楽にできます。

◆サービスエリア

屋内環境　　３０m（設置環境により異なる）
屋外環境　　１００m（海岸など見通しの良い場合）

設置の高さが2mの場合です。サービスエリアは周囲の環境や設置の高さで大きく異なります。

1.3 外観

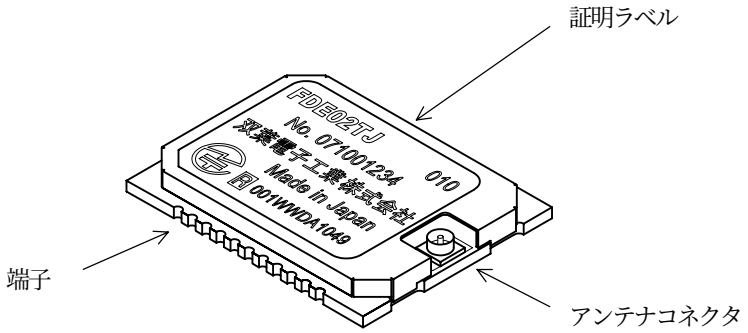


図 1：製品外観

1.4 無線機の取り付け

本無線機はプリント基板に直接半田付けして取り付けます。なお、高周波特性が劣化しますので、リフローハンダはできません。

本無線機の背面には端子の銅箔パタンのほかにグランドパタンやスルホールパタンが露出しています。レジストにより保護されていますが、ショートする恐れがありますので、お客様のプリント基板には、外形よりも内側に銅箔パタンを設けないでください。

推奨する端子パタンを図に示します。

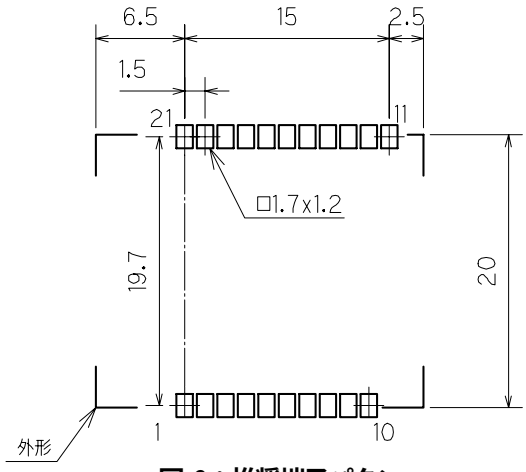


図 2：推奨端子パタン

警告

- **高周波特性が劣化しますので、リフローハンダはしないでください。**
- **水、油、ほこりや異物（特に金属）が内部に入らないように注意してください。故障の原因になります。**
- **本無線機は精密電子機器です。衝撃や振動の多い場所は避けて設置してください。故障の原因になります。**
- **本無線機は室内で使用するように設計されています。屋外で使用する場合は、防水や周囲温度に注意し、環境特性の規格の範囲内で使用してください。**
- **本無線機を腐食性雰囲気、塩害を受ける環境、放射線被爆する環境では使用しないでください。故障の原因になります。**

1.5　アンテナの取り付け

本無線機のアンテナコネクタはU.ＦL型（ヒロセ電機）です。コネクタケーブル付きアンテナの場合は直接接続できますが、SMAコネクタを使用したアンテナの場合は、SMA変換ケーブルが必要です。

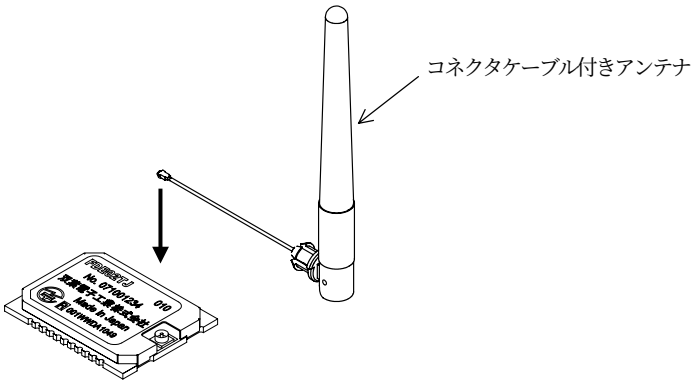


図 3：コネクタケーブル付きアンテナ

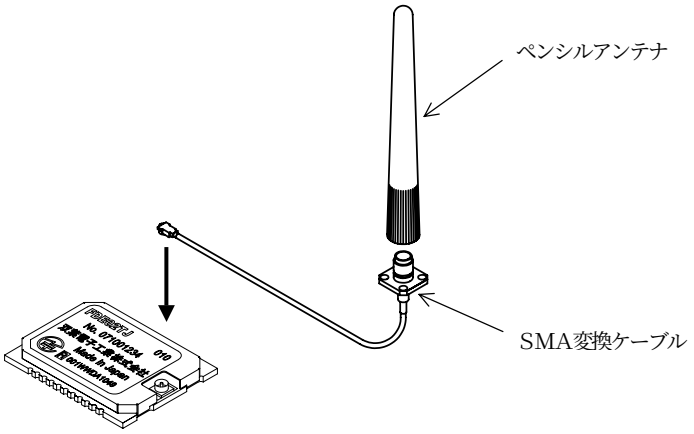


図 4：SMA変換ケーブルとペンシルアンテナ

⚠ 警告　**本無線機に高利得のアンテナを接続して送信することは法律で禁じられています。**
使用するアンテナは必ず利得が２．１４ｄＢｉ以下のものを使用してください。

注意
- **U.ＦL型コネクタの抜き差しする保証回数は３０回までです。**
- **U.ＦL型コネクタの抜き差しは、垂直方向に細心の注意を払って行ってください。ケーブルを引っ張って抜くような行為は故障の原因となります。**
- **SMAコネクタの締め付けトルクは0．8～1．1（N．m）としてください。**

1.6 電波環境の確認

無線機を設置する前に安定した通信が可能かどうか確認することが重要です。弊社では電波環境の観測ツールとして簡易スペクトルアナライザーと通信品質測定コマンドＴＳ２を用意しています。

1.6.1 簡易スペクトルアナライザーによる電波環境確認

簡易スペクトルアナライザーは本無線機を受信機として使用し、周波数を切換えながら受信強度をパソコンの画面に表示するソフトウエアです。これを使用することで設置環境のノイズや無線ＬＡＮなどの妨害電波を観察できます。妨害波の存在がわかれば、その周波数と共存するためのチャンネルプランを考えることができます。

簡易スペクトルアナライザーソフトは弊社ホームページからダウンロードすることができます。

http://www.rc.futaba.co.jp/industry/support/download_free.html

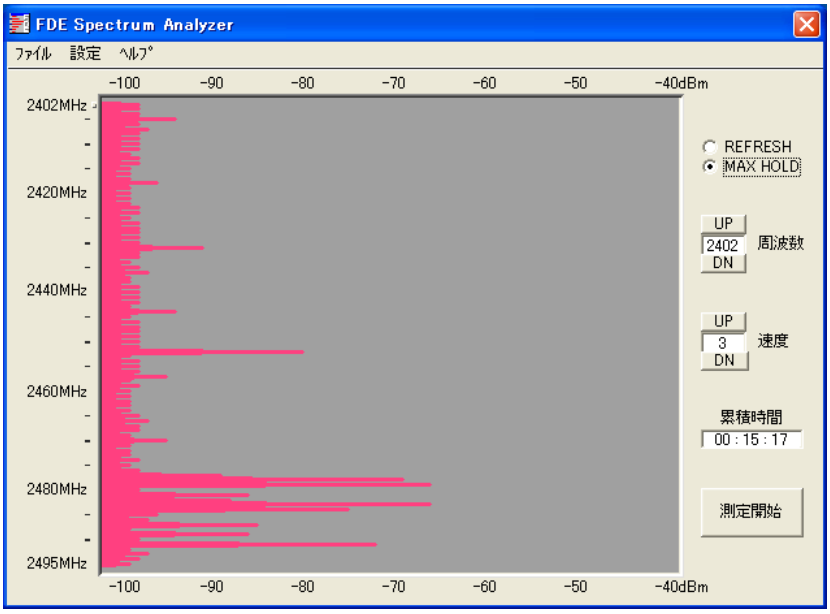


図 5：簡易スペクトルアナライザーによる観察例

1.6.2 ＴＳ２コマンドによる通信回線のテスト

ＴＳ２コマンドは無線回線の通信品質を測定します。２台の無線機と１台のパソコンがあれば測定できます。

ＴＳ２コマンドの実行は、ターミナルソフトから以下のようにコマンドを入力します。

ＴＳ２：ＸＸＸ[CRLF]　　：ＸＸＸはテストする相手のアドレス

相手の無線機はなにも操作する必要がありません。接続要求パケットを受信すると自動的にＴＳ２モードに遷移します。ＴＳ２コマンドの詳細はP47【ＴＳ２：感度テスト】を参照してください。

1.6.3 測定結果の判定

ＴＳ２コマンドによる測定値の簡単な判定基準は以下のとおりです。なお、注意レベルや不可能レベルの境界は明確なものではなく、また実際の設置環境では受信強度の変動（フェージング）もあるため、良好レベルだからと言って１００%安心できるわけではありません。

(1) 良好レベル
受信強度が－８０ｄＢm以上の場合はほとんど問題なく通信できます。
ビットエラーは長時間にわたり発生しません。突発的にエラーが発生することがあるかもしれませんが、実使用では再送によりエラーの訂正が行なわれるので問題にはなりません。

(2) 注意レベル
受信強度が－８０ｄBm～－９０ｄBmの場合は、人の移動や車両の通過など、外部環境の変化によって通信品質が劣化した場合に通信できなくなる恐れがあります。
比較的短時間でビットエラーが発生しますが、通信が途切れるほどではありません。しかし、実使用では再送によりレスポンスの低下という問題になります。

(3) 不可能レベル
受信強度が－９０ｄBm以下の場合は、短時間でもビットエラーが多発し、通信も途切れやすい状況です。この状況で通信を行なうことはほとんど不可能です。

なお、無線通信の一般論として、どんなに受信強度が強い状況でもノイズやマルチパスにより通信が途切れる恐れがあります。必ず、運用するシステム側で無線回線が途切れた場合のフェールセーフの機能を追加してください。

1.6.4 電波環境の改善

注意レベルや不可能レベルにあるときは、次のような方法で改善を検討してください。

(1) アンテナを障害物から離す
アンテナを固定する場合は周囲に障害物を置かないでください。アンテナ間の見通しを確保することが重要です。

(2) アンテナは高いところに設置する
アンテナを固定する場合はできるだけ高いところに設置して下さい。高いところのほうが見通しを確保しやすくなります。

(3) リピータを設置する
リピータは通信距離を伸ばすだけでなく、障害物による通信不能地帯を解消するためにも使用します。

1.6.5 混信・妨害に対する注意点

(1) 本無線機を同一エリアで複数グループで運用する場合は、干渉を回避するため、使用する周波数をできるだけ離し、異なるグループの無線機同士はおよそ２m以上離して設置してください。

(2) 本無線機は誤接続を防止するためにＩＤコードを設定することができます。ＩＤコードが異なるシステム同士は通信することができませんので、誤接続する可能性を低減することができます。

(3) 無線ＬＡＮの普及により無線ＬＡＮとの干渉が生じやすくなっています。本無線機を設置する前に無線ＬＡＮが使用されていないか調査してください。使用されている場合は干渉が生じない様に周波数を適切に設定してください。

1.7 取り扱いの注意点

1.7.1 他の無線局との混信防止について

本無線機の使用する周波数帯域では電子レンジなどの産業・科学・医療用機器のほか、工場の製造ラインなどで使用されている移動体識別用の構内無線局（免許を要する無線局）および特定小電力無線局（免許を要しない無線局）並びにアマチュア無線局（免許を要する無線局）が運用されています。

(1) 本無線機を使用する前に、近くで移動体識別用の構内無線局および特定小電力無線局並びにアマチュア無線局が運用されていないことを確認してください。

(2) 万一、本無線機から移動体識別用の構内無線局に対して電波干渉の事例が発生した場合は、速やかに使用周波数を変更するかまたは電波の発射を停止した上、当社窓口へご連絡いただき、混信防止のための処置等（たとえばパーティションの設置など）についてご相談ください。

(3) そのほか、本無線機から移動体識別用の特定小電力無線局あるいはアマチュア無線局に対して電波干渉の事例が発生した場合などでお困りの場合は、当社窓口へご相談ください。

1.7.2 現品表示

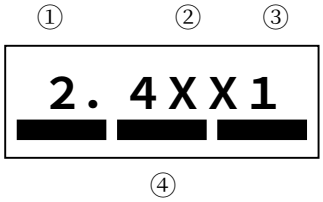


図 6：現品表示

各記号の意味は以下のとおりです。

① ２．４ ：２．４ＧＨｚ帯の電波を使用しています。
② ＸＸ ：変調方式は狭帯域方式（ＦＭ）です。
③ １ ：想定される与干渉距離は１０ｍです。
④ バー記号：全帯域を使用し、かつ移動体識別装置の帯域を回避可能です。

1.7.3 屋外固定設置の場合の現品表示

本無線機を組み込んだ設備を屋外に固定して設置する場合は、以下のような当該無線設備の所有者名または事業者名と連絡先を表示してください。表示方法に特段の定めはありませんが、屋外で長期間放置に耐える方法とし、見やすい位置に表示してください。

２．４ＧＨｚ帯小電力データ通信システムの無線局	①
運用者 ＊＊＊＊通信株式会社	②
ＩＰ事業部お客様相談室	
連絡先 ＴＥＬ ０３－＊＊＊＊－＊＊＊＊	③
ＵＲＬ http://www.****.co.jp	

図 7：屋外固定設置の現品表示

① ２．４ＧＨｚ帯小電力データ通信システムの無線局であることを明示してください。
② 所有・運用する事業者名と担当部署名または担当者氏名を表示してください。
③ 電話番号またはＥメールアドレスもしくはホームページアドレスを表示してください。
④ その他、必要に応じて電波干渉回避に有用な情報があれば表示してください。

１．７．１～１．７．３の説明はＡＲＩＢ ＳＴＤ－Ｔ６６によるものです。詳細については弊社窓口へお問合せください。

第2章

ＦＤＥ０２ＴＪの動作

2.1 動作モードについて

本無線機は豊富な機能を持っているため、本書の中でもたくさんの「モード」という用語が使用されます。本書で使用するモードとその意味について以下の表にまとめます。

表 1：モードの一覧

分類	用語	意味
通信モード	データ通信モード	メッセージデータを送信し受信する通信方法。 １対１通信、１対N通信、マルチホップ通信に対応します。
	テレコンモード	接点データを送信または受信する通信方法。 送信機と受信機に分かれ、１対１通信に対応します。
異常モード	異常モード	無線機の自己診断でシステムエラーが見つかった状態。 この状態では通信しません。
通信プロトコル	パケット送信モード	コマンドでメッセージを送信するデータ通信モードの一つの通信方法。制御しやすく応用範囲が広い通信方法です。
	ヘッダレスノーマルモード	コマンドなしでメッセージを送信するデータ通信モードの一つの通信方法。制御不要で使い方が簡単です。
	感度テストモード	ＴＳ２コマンドにより実行される電波環境を調査するモードで、データ通信モードの一つの状態。
	ＩＤ登録モード	ＩＤを無線通信により登録する、テレコンモードの一つの動作状態。 送信機と受信機を１対１に関連付けます。
低消費電力動作	スリープモード	無線機が動作を停止して消費電力を最低に下げた状態。 タイマーにより定期的にアクティブモードに遷移します。
	アクティブモード	無線機が動作中の状態。 通信したり、コマンド処理したりします。

工場出荷の初期状態は通信モードが「データ通信モード」、通信プロトコルは「パケット送信モード」、低消費電力動作は「アクティブモード」です。

通信速度に関係して、通信に使用するパケットの長さが３種類あります。パケットの長さについてはP30【ロングパケット、ミドルパケットとショートパケット】を参照してください。
以下の表は一見複雑なようですが、低消費電力と周波数グループの設定で、自動的に選択されます。
なお、この３つのパケット種類はお互いに通信することができません。通信する場合は必ず同じ設定にしてください。

表 2：パケット長さ

パケット長さ	周波数グループ	低消費電力動作	動作
ショートパケット	固定周波数	常時アクティブ	最も高速な通信を行います。
ミドルパケット	周波数グループ	常時アクティブ	周波数グループに対応します。
ロングパケット	固定周波数／ 周波数グループ	スリープ有効	間歇受信動作に対応します。通信速度は最も遅くなります。

工場出荷の初期状態はミドルパケットです。

2.2 外部インターフェース

表 3：端子機能

No.	ポート名	I/O	機能	内部端子処理	等価回路
1	GND	－	信号用接地		
2	Dio1	IN/OUT	送信機：接点入力１ 受信機：接点出力１	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
3	Dio2	IN/OUT	送信機：接点入力２ 受信機：接点出力２	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
4	Dio3	IN/OUT	送信機：接点入力３ 受信機：接点出力３	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
5	Dio4	IN/OUT	送信機：接点入力４ 受信機：接点出力４	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
6	Dio5	IN/OUT	送信機：接点入力５ 受信機：接点出力５	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
7	Dio6	IN/OUT	送信機：接点入力６ 受信機：接点出力６	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
8	Dio7	IN/OUT	送信機：接点入力７ 受信機：接点出力７	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
9	Dio8	IN/OUT	送信機：接点入力８ 受信機：接点出力８	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ /CMOS	①
10	Keyin	IN	設定用スイッチ	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ	②
11	GND	－	信号用接地		
12	/Reset	IN	CPUﾘｾｯﾄ	47kΩﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ	③
13	Busy	OUT	Hi：初期化中　Lo：動作中 Hi：送信中	CMOS	④
14	Select	IN	Lo:受信機モード Hi:送信機モード	ｿﾌﾄﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ	②
15	RxData	OUT	受信データ出力・ コマンドレスポンス出力	CMOS	④
16	TxData	IN	送信データ入力・ コマンド入力	47kΩﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ	⑤
17	LED_RED	OUT	赤色 LED	CMOS	④
18	LED_GRN	OUT	緑色 LED	CMOS	④
19	GND	－	接地（マイナス）		
20	PowerOn	IN	Hi：電源 ON　Lo：電源 OFF	ﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ	⑥
21	VCC	－	電源（+2.4V～6.0V）		
22	リザーブ	－	何も接続しないでください		

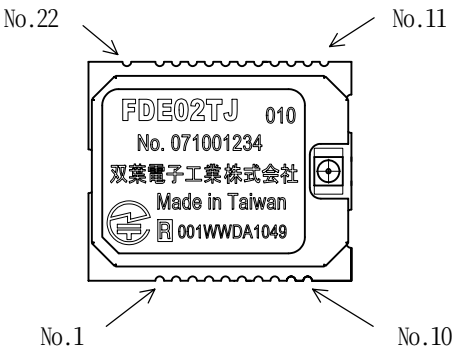


図 8：端子番号

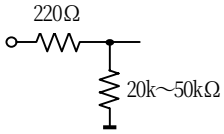
表 4：ポート電圧仕様

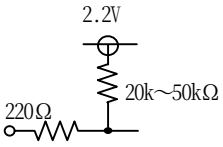
ポート番号	電圧記号	項目	MIN	TYP	MAX	単位
2,3,4,5,6,7,8,9 10,12,14,16	VIH	H レベル入力電圧	2.0	-	2.2	V
	VIL	L レベル入力電圧	0	-	0.3	V
20	VIH (POWER ON)	H レベル入力電圧	1.5	-	Vcc	V
	VIL (POWER OFF)	L レベル入力電圧	0	-	0.3	V
2,3,4,5,6,7,8,9 13,15,17,18	VOH	H レベル出力電圧	1.9	-	-	V
	VOL	L レベル出力電圧	-	-	0.3	V

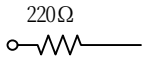
表 5：絶対最大定格

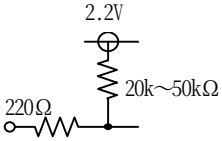
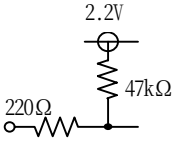
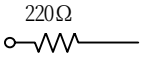
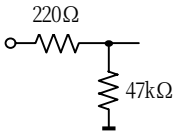
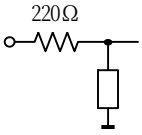
項目	ポート番号	記号	規格値	単位
電源電圧	21	Vcc	−0.3～+6.5	V
入力電圧	2,3,4,5,6,7,8,9 ,10,14,16	Vin	−0.3～+2.4	V
	20		−0.3～Vcc+0.3	V

表 6：等価回路

<table>
<tr><td colspan="3">等価回路①</td></tr>
<tr><td> 

入力常時 プルダウン</td><td> 

入力読み取り時 プルアップ</td><td> 

出力時 CMOS</td></tr>
<tr><td>等価回路②</td><td>等価回路③</td><td>等価回路④</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>等価回路⑤</td><td>等価回路⑥</td><td></td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td></td></tr>
</table>

注意

(1) Ｄｉｏ端子（入力のとき）およびＳｅｌｅｃｔ端子は、常時はプルダウンで、読み取りの瞬間だけプルアップになります。したがって外部から見ると周期的にパルスが出力されるように見えます。
(2) 入力電圧が最大値を超えると、故障したり予想外の動作をすることがあります。
(3) ＬＥＤ＿ＲＥＤ、ＬＥＤ＿ＧＲＮ端子は無線機の状態表示用のＬＥＤを接続します。出力電流は１端子あたり最大１mAです。

2.3 電源投入と初期化動作

2.3.1 電源投入

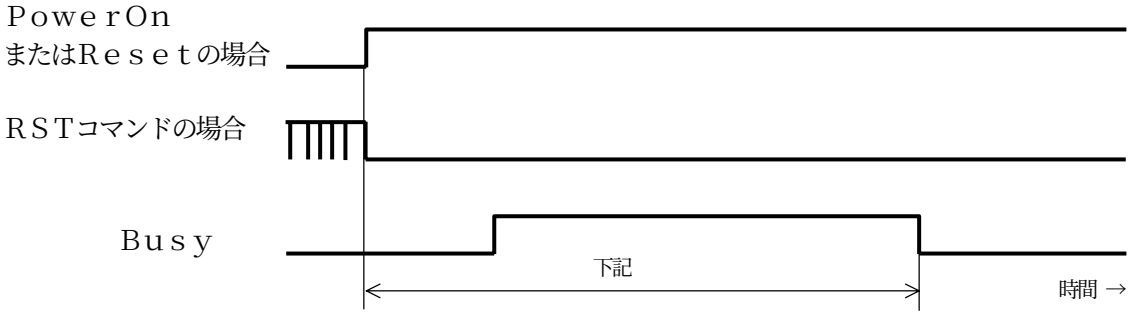
本無線機はＶＣＣ端子に電源をつないだだけでは動作しません。ＰｏｗｅｒＯｎ端子をＨｉにすると動作します。本無線機の電源を外部からON、ＯＦＦする必要がなければＶＣＣ端子とＰｏｗｅｒＯｎ端子は接続してかまいません。

> **⚠ 警告** **本無線機は電源の逆接続防止機能をもっておりません。故障の原因になりますので、電源の極性を間違えないでください。**

2.3.2 初期化

Ｂｕｓｙ端子は電源投入／リセット時にＨｉになります。初期化動作が完了して送信可能状態になるとＬｏｗに落ちます。コマンド入力他の操作はＢｕｓｙ端子がＬｏｗに落ちてから行ってください。

電源投入時だけ特に初期化時間がかかります。これは使用しているクリスタル発振子の発振安定時間に依存しており、個体差が大きいためです。



電源投入時　　：数１００ｍｓ
Ｒｅｓｅｔ端子　：最大３５ｍｓ
リセットコマンド：最大２５ｍｓ

図 9：初期化完了の表示

2.3.3 Ｓｅｌｅｃｔ端子

テレコンモード専用機能です。

Ｓｅｌｅｃｔ端子は本無線機を送信機として使用するか受信機として使用するか、選択します。この選択は初期化時に１度だけです。運用中に切り替えることはできません。

2.3.4 パワーオンフェールセーフ

データ通信モード、テレコンモード共通で、初期化動作中にＫｅｙｉｎ端子がＬｏｗになっていた場合は、２秒間待ってからシステムエラーとなって異常モードに遷移します。

テレコンモードでは、初期化動作中に入力接点がＬｏｗになっていた場合はシステムエラーとなって異常モードに遷移します。

異常モードはＲＳＴコマンドまたはＫｅｙｉｎ端子を操作することでソフトウエアリセットされますので抜けることができますが、原因が解消していない場合は再び異常モードに遷移します。

2.3.5 リセット

Ｒｅｓｅｔ端子によるリセットは下記のパルスを与えます。

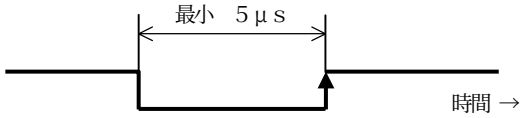


図 10：リセットパルス

2.3.6 システムエラー

本無線機は、初期化動作中に高周波回路の故障、メモリレジスタをはじめとするシステムデータの破壊などのシステムエラーを検出します。システムエラーが発生した場合は異常モードに遷移します。

システムエラーが発生した場合はＫｅｙｉｎ端子によりメモリレジスタの初期化を試みてください。メモリレジスタを初期化してもシステムエラーが解消しない場合はメーカーにて修理が必要です。

2.4 その他の端子機能

2.4.1 Ｋｅｙｉｎ端子

Ｋｅｙｉｎ端子には押しボタンスイッチが接続されているという前提で、操作方法は次の２種類があります。

短押し：ボタンを短時間（2秒未満）だけ押します。

長押し：ボタンを長時間（2秒以上）押します。

Ｋｅｙｉｎ端子の操作と動作モード遷移は以下の表によります。なお、モード遷移に伴って必ずソフトウエアリセットが行われます。

表 7：モード遷移

操作	通信モード	ＩＤ登録モード	異常モード
長押し	ＩＤ登録モード	通信モード	メモリレジスタ初期化して 通信モード
短押し	（モード遷移なし）	ＩＤ登録パケットを送信 （モード遷移なし）	通信モード

2.4.2 Ｂｕｓｙ端子

Ｂｕｓｙ端子は初期化動作の表示のほかに送信中を表示します。送信中／転送中およびＡＣＫ待ち中はＢｕｓｙ端子はＨｉになりますので、次の送信はＢｕｓｙ端子がＬｏｗになってから行ってください。

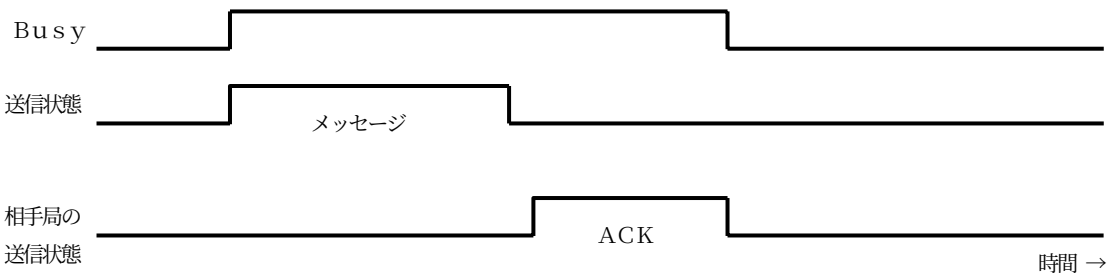


図 11：送信表示

2.4.3 ＬＥＤ

ＬＥＤ＿ＲＥＤおよびＬＥＤ＿ＧＲＮ端子は本無線機の動作状態を表示します。ＬＥＤ＿ＲＥＤ端子には赤色ＬＥＤ、ＬＥＤ＿ＧＲＮ端子には緑色ＬＥＤが接続されているものとして、以下の表にＬＥＤ端子の動作を示します。

表 8：ＬＥＤ表示

動作状態	ＬＥＤ表示
データ通信モード	ＬＥＤは消灯しています。
テレコンモード	送信機のＬＥＤは常時は消灯しています。 キャリアセンスで送信できない時は赤色ＬＥＤが点滅します。 パタン：☆ー☆ー☆ー☆ー☆・・・繰り返し 受信機は受信強度を表示します。表示内容は表 12：【受信レベルの評価】を参照してください。
感度テストモード	赤色ＬＥＤが点灯します。
ＩＤ登録モード	緑色ＬＥＤが点滅します。 パタン：☆ー☆ー☆ー☆ー☆・・・繰り返し
異常モード	赤色ＬＥＤが点滅します。 パタン：☆ー☆ー☆――☆ー☆ー☆――・・・繰り返し

注：☆は点灯、ーは消灯を示します。端子がＨｉレベルのときに点灯します。

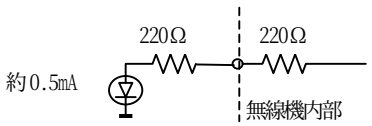


図 12：ＬＥＤ接続の参考回路

2.5 機能設定

メモリレジスタは本無線機の動作モードや通信パラメータを設定し、記憶するレジスタです。本無線機の全ての設定はメモリレジスタにて行なうことができます。

このレジスタは書き換え可能な不揮発性メモリで構成されているので、パソコン等で容易に書き換え可能であり、また電源を切ってもその内容は保持されます。この不揮発性メモリの書換え可能回数は約１００万回となっています。

2.5.1 ターミナルソフト

本無線機のメモリレジスタを設定したり、コマンドを使用するためにはターミナルソフトが必要です。使いなれたターミナルソフトがある場合はそれを使用して頂いて結構ですが、もしお持ちでない場合は弊社ホームページから専用のターミナルソフト（FutabaTerm）をダウンロードすることができます。

http://www.rc.futaba.co.jp/industry/support/download_free.html

ターミナルソフトを起動し、通信条件を以下のように設定してください。設定方法はターミナルソフトの取扱説明書をご覧ください。

・伝送レート　：９６００ｂｐｓ
・データ長　：８ビット
・ストップビット　：１ビット
・パリティビット　：なし
・フロー制御　：なし
・ローカルエコー　：あり
・Ｅｎｔｅｒキー　：送信時、ＣＲをＣＲ＋ＬＦに変換

この設定は本無線機の初期状態に対応しています。メモリレジスタＲＥＧ１１を書換えた場合はターミナルソフトの設定も変更してください。

設定ができたらパソコンと本無線機の間の有線区間が通信できることを確認します。たとえば、パソコンから「@ＡＲＧ[CRLF]」と入力します。本無線機から全部のメモリレジスタの設定値が返ってくれば正常に通信できています。

2.5.2 通信モードの設定

本無線機はテレコンモードとデータ通信モードの２つの通信モードを持ちます。通信モードについてはP24【テレコンモードとデータ通信モード】を参照してください。

通信モードの設定はＭｘｘコマンドを使用します。Ｍｘｘコマンドの詳細はP43【Ｍｘｘ　：通信モードの切換え】を参照してください。

(1) 工場出荷の初期状態はデータ通信モードです。
(2) テレコンモードに設定するには、@Ｍ００[CRLF]　と入力します。
　　Ｐ０[CRLF]　とレスポンスがあり、直ちにテレコンモードで動作します。
(3) データ通信モードに設定するには、@Ｍ０１[CRLF]　と入力します。
　　Ｐ０[CRLF]　とレスポンスがあり、直ちにデータ通信モードで動作します。

なお、この設定は本無線機を初めて使用するときに１回だけ行えばよく、不揮発性メモリに記憶されるので、電源を切っても設定は消えません。また、メモリレジスタと異なりＩＮＩコマンドなどで初期化することはできません。

2.5.3 メモリレジスタの設定

メモリレジスタの参照および設定はＲＥＧコマンドを使用します。詳細はP45【ＲＥＧ　：メモリレジスタの参照・設定】を参照してください。

(1) たとえば参照したいレジスタ番号が００番なら　@ＲＥＧ００[CRLF]　と入力します。
　　００H[CRLF]　とレスポンスがあります。（設定値により変わります）

(2) 次にレジスタ００番を１２H（１６進数）に設定します。@ＲＥＧ００：１２H[CRLF]　と入力します。
　　Ｐ０[CRLF]　とレスポンスがあります。

以上でメモリレジスタの書き換えは終了しました。ＲＳＴコマンドでリセットするか、電源を再投入すると書き換えた内容が有効になります。

2.5.4 メモリレジスタの初期化

メモリレジスタは、設定を変更してしまった後でも再度工場出荷時の初期値に初期化することができます。

(1) コマンドによる方法

外部機器（パソコン）より「@ＩＮＩ[CRLF]」とコマンドを入力します。
「Ｐ０[CRLF]」とレスポンスがあり、ただちに初期値で動作を始めます。

(2) Ｋｅｙｉｎ端子による方法

Ｋｅｙｉｎ端子をＬｏｗの状態にして電源を投入すると２秒後にシステムエラーが発生して異常モードに遷移します。異常モードに遷移したらＫｅｙｉｎ端子を一度Ｈｉに戻してから「長押し」します。

注意

(1)メモリレジスタの書換中はＰ０レスポンスが出力されるまで電源を切らないでください。メモリレジスタを破壊する恐れがあります。

(2)メモリレジスタが破壊されるとシステムエラーが発生して異常モードに遷移します。もし、メモリの内容が破壊された場合はメモリレジスタを初期化してください。
方法：Ｋｅｙｉｎ端子を「長押し」します。

2.5.5 Ｋｅｙｉｎによる設定

本無線機はＫｅｙｉｎ端子に接続した押しボタンスイッチ１個でいくつかのメモリレジスタを設定することができます。

(1) ＩＤ登録モードに遷移して無線機のＩＤ（メモリレジスタＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５）を設定することができます。

(2) 異常モードの時はメモリレジスタの内容を初期化することができます。

2.5.6 コマンドによる設定

ＤＡＳコマンドにより宛先アドレスを設定することができます。ただし、コマンドによる設定はメモリレジスタに反映しませんので、リセットするとメモリレジスタＲＥＧ０１の設定に戻ります。

2.6 周波数チャンネル

2.6.1 周波数チャンネル

表 9：周波数チャンネル

チャンネル番号	周波数 MHz		チャンネル番号	周波数 MHz
2	2402.0		43	2443.0
3	2403.0		44	＊ 2444.0
4	2404.0		45	2445.0
5	＊ 2405.0		46	2446.0
6	2406.0		47	2447.0
7	2407.0		48	2448.0
8	2408.0		49	2449.0
9	2409.0		50	2450.0
10	2410.0		51	2451.0
11	2411.0		52	2452.0
12	2412.0		53	2453.0
13	2413.0		54	2454.0
14	2414.0		55	2455.0
15	2415.0		56	2456.0
16	2416.0		57	＊ 2457.0
17	2417.0		58	2458.0
18	＊ 2418.0		59	2459.0
19	2419.0		60	2460.0
20	2420.0		61	2461.0
21	2421.0		62	2462.0
22	2422.0		63	2463.0
23	2423.0		64	2464.0
24	2424.0		65	2465.0
25	2425.0		66	2466.0
26	2426.0		67	2467.0
27	2427.0		68	2468.0
28	2428.0		69	2469.0
29	2429.0		70	＊ 2470.0
30	2430.0		71	2471.0
31	＊ 2431.0		72	2472.0
32	2432.0		73	2473.0
33	2433.0		74	2474.0
34	2434.0		75	2475.0
35	2435.0		76	2476.0
36	2436.0		77	2477.0
37	2437.0		78	2478.0
38	2438.0		79	2479.0
39	2439.0		80	2480.0
40	2440.0		81	2481.0
41	2441.0		82	2482.0
42	2442.0		－	－

注意：チャンネル番号はわかりやすくするために周波数の数値と同じにしています。

2.6.2 周波数グループ

本無線機は周波数を固定して運用するほかに、周波数グループで運用することができます。周波数運用方法はメモリレジスタＲＥＧ１２：ビット2で設定することができます。

テレコンモードの周波数グループはＩＤコード（ＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５）の値を２７で割った余りを周波数グループ番号とみなします。

データ通信モードの周波数グループはＲＥＧ０６でグループ番号を設定します。

表 10：周波数グループ

グループ番号	使用するチャンネル		グループ番号	使用するチャンネル
0	2，29，56		14	16，43，70
1	3，30，57		15	17，44，71
2	4，31，58		16	18，45，72
3	5，32，59		17	19，46，73
4	6，33，60		18	20，47，74
5	7，34，61		19	21，48，75
6	8，35，62		20	22，49，76
7	9，36，63		21	23，50，77
8	10，37，64		22	24，51，78
9	11，38，65		23	25，52，79
10	12，39，66		24	26，53，80
11	13，40，67		25	27，54，81
12	14，41，68		26	28，55，82
13	15，42，69		－	―――

2.6.3 隣接チャンネル妨害

本無線機を同一エリアで異なる周波数（周波数グループ）で使用するときは、隣接チャンネル妨害を防止するために、隣り合う周波数チャンネル（周波数グループ番号）で使用しないでください。

2.6.4 特定周波数の感度低下

本無線機を表 9【周波数チャンネル】に「＊マーク」で示した特定の周波数で使用された場合、感度がほかの周波数に比べて５ｄＢ程度低下します。通信距離が長い場合など、感度が問題になる場合はこの周波数は使用されないように推奨します。

2.7　低消費電力動作

本無線機の低消費電力動作は通信モードにより異なります。

(1) データ通信モードでは１００ｍｓ周期の間歇受信を行います。間歇受信のときの平均の消費電流はおよそ３２０μＡです。
メモリレジスタの設定により常時アクティブにすることもできます。待機状態の平均の消費電流はおよそ１５mAになります。

(2) テレコンモードの送信機は常時スリープモードで、間歇受信すら行いません。待機状態の平均の消費電流は５μA以下です。
テレコンモードの受信機は常時アクティブモードです。待機状態の平均の消費電流はおよそ１５mAになります。

(3) 各通信モード共通で、受信時の消費電流は２５mA以下、送信時の消費電流は２８mA以下です。

ここで待機状態とは、送信も受信もしていない、コマンド処理もしていない状態です。

なお、スリープモードでもコマンドの入力は受け付けます。割り込みで処理しますので、処理遅れは最小限に抑えられます。

テレコンモードの送信機で、接点入力に対しても割り込みで処理しますので、処理遅れは最小限に抑えられています。

2.8 通信プロトコル

2.8.1 パケット通信

本無線機は常時電波を放射するのではなく、パケットと呼ばれる、ある決められた構造を持った小さな塊として電波を送信します。パケットを送受信する通信方式をパケット通信と呼びます。

パケットの構造は下図のとおりです。ヘッダー部分には通信を制御するために必要なデータが含まれており、本無線機が自動的に付加します。

メッセージデータ部分はユーザーのデータです。１パケットの中のメッセージデータ長さは０バイト～４６バイトの可変長となっています。

誤り検出部分はデータの誤り検出用チェックビットで、本無線機が自動的に付加します。誤りを検出するとそのメッセージは破棄するので信頼性の高い通信ができます。

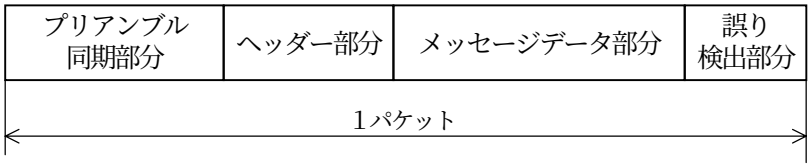


図 13：パケット構造

2.8.2 テレコンモードとデータ通信モード

本無線機は大きく分けてテレコンモードとデータ通信モードの２つの通信モードを持ちます。

テレコンモードは、無線機が送信機と受信機に別れ、送信機と受信機が原則として１対１の関係にあって、送信機の接点入力を受信機の接点出力に透過する動作モードです。イメージとしては、送信機のボタンを押している間は受信機のリレーがONし続ける、送信機のボタンを離せば受信機のリレーがＯＦＦする、という動作です。

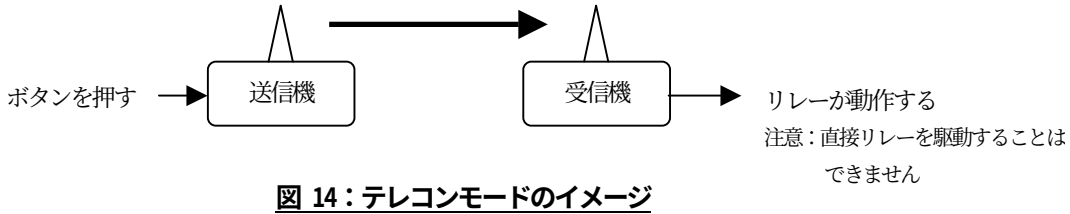


図 14：テレコンモードのイメージ

データ通信モードはさらにパケット送信モードとヘッダレスノーマルモードの２つの通信プロトコルに分かれます。この２つの通信プロトコルは互いに通信することができます。

パケット送信モードはメッセージをコマンドにして送信します。ヘッダレスノーマルモードはコマンドレスのパケット送信モードです。どちらもイメージとしては１台のＰＣのキーボードから入力したデータが通信相手のＰＣの画面に表示される、という動作です。

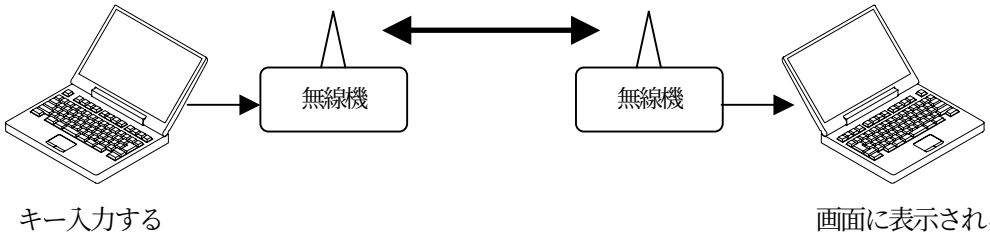


図 15：データ通信モードのイメージ

2.8.3 パケット送信モード

パケット送信モードの通信は以下の手順で行ないます。

(1) 電源投入直後は待機状態です。
(2) メッセージを送信したいときは送信コマンドＴＸＴ、ＴＢＮを使用します。送信コマンド１つでメッセージパケットを１つ送信します。
(3) 通信相手はメッセージパケットを受信するとＡＣＫパケットを返します。送信元はＡＣＫを受信して通信完了です。送信元は通信の成功レスポンスを返します。
(4) ＡＣＫが返らない場合は指定された回数の範囲で再送を行います。指定回数の再送をしてもＡＣＫが返らない場合は送信失敗のレスポンスを返します。
なお、送信失敗したパケットのメッセージは失われます。
(5) 連続でメッセージを送信する場合は送信成功または失敗のレスポンスを確認してから行ないます。
(6) 送信が終了すると待機状態に戻ります。

図 16：パケット送信モードの手順

2.8.3.1 フォーマット

パケット送信モードで使用する送信コマンドはテキストモード用とバイナリモード用の２種類があります。受信データの出力形式も送信コマンドに対応して２種類あります。外部機器から無線機への送信データ入力フォーマットと、それに対する無線機から外部機器への受信出力フォーマットは以下のとおりです。

(1) テキストデータ送信
送信コマンド　　@ＴＸＴ［宛先アドレス］［メッセージ］[CRLF]
受信フォーマット　　ＲＸＴ［送信元アドレス］［メッセージ］[CRLF]

(2) バイナリデータ送信
送信コマンド　　@ＴＢＮ［宛先アドレス］［メッセージバイト数］［メッセージ］[CRLF]
受信フォーマット　　ＲＢＮ［送信元アドレス］［メッセージバイト数］［メッセージ］[CRLF]

注意１：メッセージ長さは最大４６バイト
注意２：アドレスは０００～２５５　ただし、２５５は同報。

注意　テキストデータ送信ではメッセージの中にＣＲＬＦコードが含まれる場合はそこでメッセージが終了と判断し、それ以後のデータは送信されません。ＣＲＬＦコードが含まれる場合はバイナリデータ送信を使用してください。

2.8.3.2 連続送信

送信コマンド実行中は、Ｐ０などのレスポンスが返るまで次の送信コマンドは実行されません。連続で送信する場合はＰ０などのレスポンスを確認してからにしてください。
なお送信を開始し、レスポンスが出力するまでの間、Ｂｕｓｙ端子がＨｉになっています。

2.8.3.3 同報通信のプロトコル

宛先アドレスが２５５の時は全ての無線機に対する同報通信になります。同報通信では全ての無線機に対して同時にデータを送信することができますが、ＡＣＫを返しませんので送信元の無線機は相手が受信できたかどうかが分かりません。そこで同報通信では決められた回数の再送を必ず行い、送信成功のレスポンスを返します。
受信側ではデータを正しく受信すると外部機器に出力しますが、それ以後に受信する再送データは同一パケットと判断して廃棄します。

> **注意** **同報通信では設定された再送回数の再送を必ず行ないます。外部機器からすぐに返信が返るようなアプリケーションの場合は再送と返信がぶつかって送信失敗になることがあります。このような場合は再送回数を適切に設定するか、外部機器の応答を再送に見合うだけ遅らせる必要があります。**

2.8.4 ヘッダレスノーマルモード

ヘッダレスノーマルモードはあらかじめ宛先アドレスを指定しておくことにより、送信コマンドを用いずにデータを入力するだけで送信できるパケット送信モードの特殊なプロトコルです。無線区間のプロトコルはパケット送信モードと同じなので互いに通信することができます。

2.8.4.1 フォーマット

ヘッダレスノーマルモードは送信コマンドにともなうレスポンス（Ｐ１やＰ０またはＮ１など）は出力されません。また、パケット送信モードにあるような受信ヘッダやＣＲＬＦコードは出力されないかわり、パケットの区切りを示す特殊文字（ターミネータ）もデータとして送信されます。
ヘッダレスノーマルモードの送信および受信のフォーマットは以下のようになっています。

(1) ヘッダレスノーマルモード（ターミネータが　ＣＲＬＦ　の場合）
　送信フォーマット　　ＨＥＬＬＯ[CRLF]
　受信フォーマット　　ＨＥＬＬＯ[CRLF]

(2) 相手がパケット送信モードの時（テキストモード）
　送信フォーマット　　ＨＥＬＬＯ[CRLF]
　受信フォーマット　　ＲＸＴ００１ＨＥＬＬＯ[CRLF][CRLF]

(3) 相手がパケット送信モードの時（バイナリモード）
　送信フォーマット　　ＨＥＬＬＯ[CRLF]
　受信フォーマット　　ＲＢＮ００１００７ＨＥＬＬＯ[CRLF][CRLF]

(4) パケット送信モードから送られてきた場合
　送信コマンド　　@ＴＸＴ００２ＨＥＬＬＯ[CRLF]
　受信フォーマット　　ＨＥＬＬＯ

2.8.4.2 送信のトリガ

ヘッダレスノーマルモードは以下の条件で送信を開始します。
(1) データの区切りを示す特殊文字（ターミネータ）が入力された。この場合は特殊文字も送信されます。特殊文字は標準でＣＲＬＦですが、メモリレジスタで変更することができます。
(2) 設定された時間以上、データの入力が途切れた。時間は２０文字分の時間（ボーレートに依存。ただし、正確ではない）とします。

いずれの場合も割り込みによりアクティブモードに遷移するので、送信開始までの時間遅れは最小に抑えられます。
なお、データ長が４６バイトを超えた場合はエラーとなり、送信されません。またエラーの場合は「Ｎ０」レスポンスを出力します。特殊文字2バイトも４６バイトに含まれますので、実質４４バイト＋ＣＲＬＦということになります。

2.8.4.3 連続送信

ヘッダレスノーマルモードは送信バッファを持たないので、送信データを連続で入力することができません。送信のトリガが発生するとＢｕｓｙ端子がＨｉになり、送信しＡＣＫを受信するまで（または再送が終了するまで）の間、継続しますので、連続でデータを送信する場合はＢｕｓｙ端子がＬｏｗになってからデータを入力してください。

なお、Ｂｕｓｙ端子がＨｉの間に入力されたデータは捨てられます。

2.8.5 マルチホップ

本無線機はフラッディング方式を独自に改良したマルチホップ機能により、小規模ながらメッシュ型のマルチホップを実現しています。

2.8.5.1 使用方法

本無線機のマルチホップは使用するための特別な設定はありません。マルチホップを意識せずに送信すれば、必要な時は自動的にマルチホップして相手にメッセージを届けます。

図の例では無線機００１が無線機００５に対してメッセージを送信します。送信コマンドは宛先アドレスである００５だけを指定します。通信経路はたとえば経路２のように宛先アドレスに到達できない可能性もありますが、無線機は再送により自動的に経路１を選択して通信します。

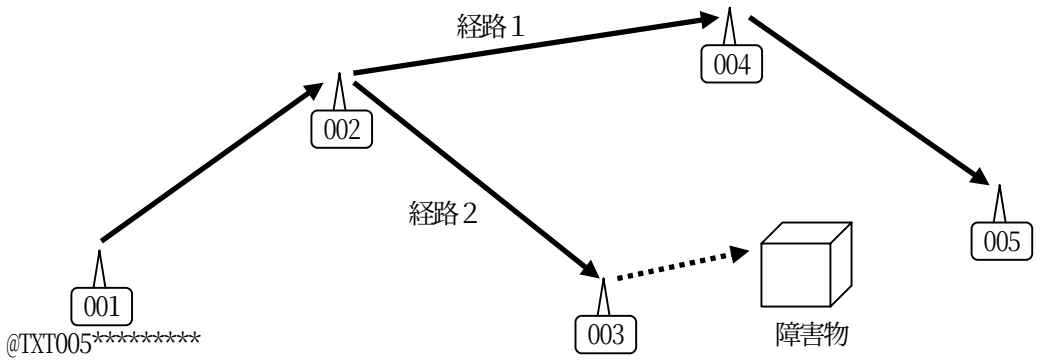


図 17：マルチホップ

マルチホップが必要ない場合にもマルチホップに対応した動作をしますので、若干のレスポンス低下があります。マルチホップが必要ない場合には、メモリレジスタでマルチホップ機能を使用しないように設定することができます。（P54【ＲＥＧ１２　ビット３：マルチホップ】参照）

2.8.5.2 周波数グループ

マルチホップを周波数グループで使用する場合はミドルパケットまたはロングパケットが使用されます。周波数を固定で使用する場合はショートパケットでも使用できます。

2.8.5.3 再送回数

本無線機のマルチホップ機能はホッピングの段数を意識せずに使用できるメリットがありますが、逆にいえばＡＣＫが返る時間を予測できません。そこで送信元はＡＣＫが返るまで再送を繰り返しますが、ホッピングの段数に見合った再送回数を設定しないとＡＣＫが返る前に再送を終了し、送信失敗になることがあります。

再送回数は少なくともホッピング１段当り３回以上、できれば１段あたり５回以上に設定してください。

2.8.5.4 制限事項

本無線機のマルチホップ機能はフラッディング方式のため、大規模なシステムや、高速なレスポンスを要求するアプリケーションには向きません。使用上の制限事項をご理解していただいてお使いください。

(1) システム全体の無線機の台数に明確な制限はありませんが、１０台ないし１５台を想定しています。台数が多い場合はレスポンスの低下や通信失敗が増える恐れがあります。

(2) 同時送信を防止し、通信できる可能性を少しでも向上させるために、長めのランダムウエイト時間を設定しています。そのため無線区間の変調速度から期待されるスループットまたはレスポンスよりも遅くなります。詳細はP30【通信時間】を参照してください。

(3) 本無線機のマルチホップ機能は通信経路が固定ではありません。複数の通信経路の中には宛先の無線機に到達できない経路が存在し、偶然その経路が選択される可能性は常に存在します。
このような場合は再送により別の経路が選択されて通信成功しますが、再送によるレスポンス遅れが発生します。

(4) マルチホップで通信を行なう場合は自局アドレス（ＲＥＧ００）を無線機それぞれで異なる値に設定する必要があります。システムの中に同じアドレスが存在すると、通信できなかったり予想外の動作をすることがあります。

2.8.6 通信経路の確認

本無線機の特徴であるメッシュ型マルチホップは途中経路を気にしないで無線機を設置できるメリットがありますが、一方で安定した通信ができるかどうか不安があることも事実です。

２台の無線機間の通信環境はＴＳ２コマンドで確認できますが、無線機の台数が多くなったり、移動しながら通信を行なう場合にはＴＳ２コマンドを全てのケースで行なうことは事実上不可能でしょう。

そこで、本無線機ではマルチホップに対応した無線通信経路の通信状態を確認するためのツールとして「PNGコマンド」を用意しました。

2.8.6.1 ＰＮＧコマンドの機能

ＰＮＧコマンドはマルチホップの通信経路と各区間ごとの受信強度を報告します。

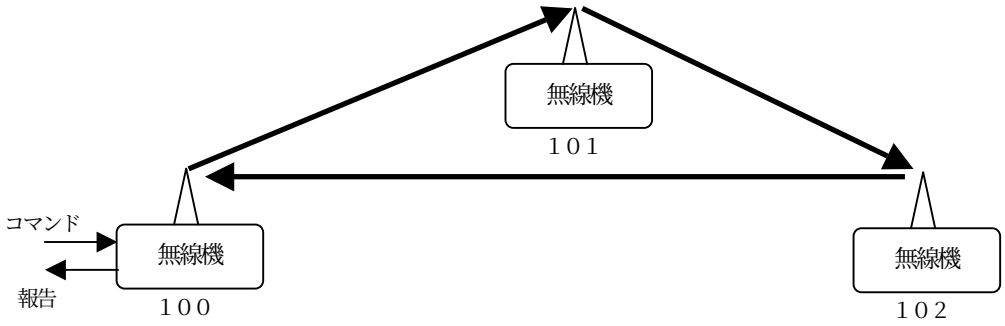


図 18：ＰＮＧコマンド

図のように3台の無線機があった場合、中継して届くルートと直接届くルートが考えられます。ＰＮＧコマンドではこのうち最短の経路を報告します。（通信できた最短であって、物理的に最短とは限りません）たとえば無線機１００から無線機１０２に対してＰＮＧコマンドを入力した場合、無線機１００には次のような報告があります。

１００：－０７５：１０１：－０６８：１０２：－０８２：１００[CRLF]

この報告の意味は、行きが１００から１０１へ－７５ｄＢｍで届き、１０１から１０２へ－６８ｄＢｍで届いたことを示します。帰りは１０２から１００へ受信強度－８２ｄＢｍで直接届いたことを示します。このように

複数の経路が可能である場合は、行きと帰りで同じ経路をとるとは限りません。フラッディング方式の特徴により、同一エリア内に無線機の台数が増えると複雑な経路が発生します。

2.8.6.2 ＰＮＧコマンドの注意事項

(1) ＰNGコマンドによる通信経路の報告は必ずしも全ての可能性のある経路を報告するものではありません。どの経路を報告するかは偶然によります。その結果、何度か繰り返すと別の経路を報告することがあります。
(2) 実際の通信では複数の経路があるからといって、複数回受信してデータを出力することはありません。１回の送信に対して受信は１回です。
(3) また、実際の通信ではいくつかある経路のうち、どれか一つの経路で通信が行われます。原則として最も短い経路で通信が行われますが、どの経路が選択されるかは偶然によります。
(4) ＰNGコマンドは経路の途中で通信エラーが発生した場合は経路情報を報告しません。このような場合はＰNGコマンドを繰り返し入力してください。

2.8.7 通信時間

2.8.7.1 ロングパケット、ミドルパケットとショートパケット

本無線機は省電力のために間歇受信を行なうことができます。間歇受信は１００ｍｓに1回の周期で短時間だけ受信しますが、この結果、確実に受信するためには１００ｍｓを越える長さのパケットでなければなりません。このように間歇受信に対応した、特別に長いパケットを本無線機ではロングパケットと呼びます。ロングパケットの長さは３５５ｍｓです。

いっぽう、常時アクティブな場合はロングパケットの必要はありませんが、周波数グループモードとマルチホップ動作に対応するために、中間的なサイズのパケットを採用しています。これをミドルパケットと呼びます。ミドルパケットの長さは、メッセージパケットが５３ｍｓ、ＡＣＫパケットが２８ｍｓです。

周波数が固定の時は必要最小限のパケットで通信しますが、このパケットをショートパケットと呼びます。ショートパケットの長さはメッセージパケットが１５．３ｍｓ、ＡＣＫパケットが８．０ｍｓです。

ロングパケット、ミドルパケットとショートパケットは互いに通信することはできません。
ロングパケット、ミドルパケットとショートパケットの設定は、メモリレジスタＲＥＧ１２：ビット１【低消費電力設定】およびＲＥＧ１２：ビット２【周波数グループ】の設定と連動しています。

表 11：パケット長さの設定

ＲＥＧ１２		パケット長さ
ビット２　周波数	ビット１　低消費電力	
０　グループ	０　アクティブ	ミドルパケット
１　固定	０　アクティブ	ショートパケット
－　どちらも可	１　スリープ	ロングパケット

2.8.7.2 マルチホップと通信時間

本無線機の特徴であるマルチホップ通信は、通信の経路が不定であるという特徴があるため、通信時間の予測は困難になります。PNGコマンド（通信経路探索コマンド）によって通信経路を確認しても常に同じ経路を通るわけではありませんので、次項以下の例に従って通信時間を計算したとしても、実際には2倍くらいの時間がかかる場合があることをご理解ください。

2.8.7.3 各シーケンスごとの時間

(1) 送信コマンド処理時間
送信コマンドを処理するための内部処理時間です。タイミングに依存しますが最大2ｍｓです。

(2) キャリアセンス時間（新規メッセージ）
送信に先立ち、同時送信を防止するためにキャリアセンスを行います。最大２．５ｍｓです。
なお、ＡＣＫを送信する時はキャリアセンスを行いません。

(3) 送信時間
ショートパケットのメッセージは１５．３ｍｓです。ＡＣＫは８．０ｍｓです。
ミドルパケットのメッセージは５３ｍｓです。ＡＣＫは２８ｍｓです。
ロングパケットはパケットの種類によらず３５５ｍｓです。

(4) ＡＣＫ待ち時間
マルチホップが有効な場合は、長いＡＣＫ待ちを行います。
　ショートパケットのとき、６０ｍｓ～１１０ｍｓです。
　ミドルパケットのとき、９０ｍｓ～１７０ｍｓです。
　ロングパケットのとき、４００ｍｓ～１１５０ｍｓです。
マルチホップが無効の場合は短いＡＣＫ待ちを行います。
　ショートパケットのとき、２０ｍｓです。

ミドルパケットのとき、４０ｍｓです。
ロングパケットのとき、３５０ｍｓです。

(5) ランダムキャリアセンス時間
再送の場合は、マルチホップに対応するために長めのランダム時間のキャリアセンスを行います。
ショートパケット、ミドルパケットのとき、最大２０ｍｓです。
ロングパケットのとき、最大２００ｍｓです。

(6) 転送前のキャリアセンス時間
転送する前に、マルチホップに対応するために中間の長さのランダム時間のキャリアセンスを行います。
ショートパケット、ミドルパケットのメッセージは、最大４３ｍｓです。ＡＣＫは最大３２ｍｓです。
ロングパケットは、最大５０ｍｓです。

(7) 送信待ち時間
転送を優先するため、ＡＣＫを送信した後、すぐに次の送信することを禁止します。禁止時間はロングパケットのとき６０ｍｓ、その他は２０ｍｓです。マルチホップが無効の場合は禁止時間は存在しません。

(8) 同報通信の再送周期
同報通信では所定の回数の再送を繰り返しますが、送信してから次の再送までの待ち時間は次のようになります。
ショートパケットのとき、６０ｍｓです。
ミドルパケットのとき、１００ｍｓです。
ロングパケットのとき、１３００ｍｓです。

(9) 受信処理時間
受信したパケットのエラーチェックを行い、受信データを出力開始するまでの内部処理時間です。
メッセージパケットは4．5ｍｓです。
ＡＣＫパケットは2ｍｓです。

2.8.7.4 具体的事例

以下の例は通信パラメータが９６００ｂｐｓ、データ長8ビット、１ストップビット、パリティ無しで１０バイトのメッセージを送信する場合の大まかな通信時間を示します。

(1)ＴＸＴコマンド再送１回　ショートパケット

この例はＴＸＴコマンドで再送を１回行った場合です。マルチホップ無効とします。送信後、２０ｍｓのＡＣＫを待ちますが、応答がないため再送のルーチンに入ります。

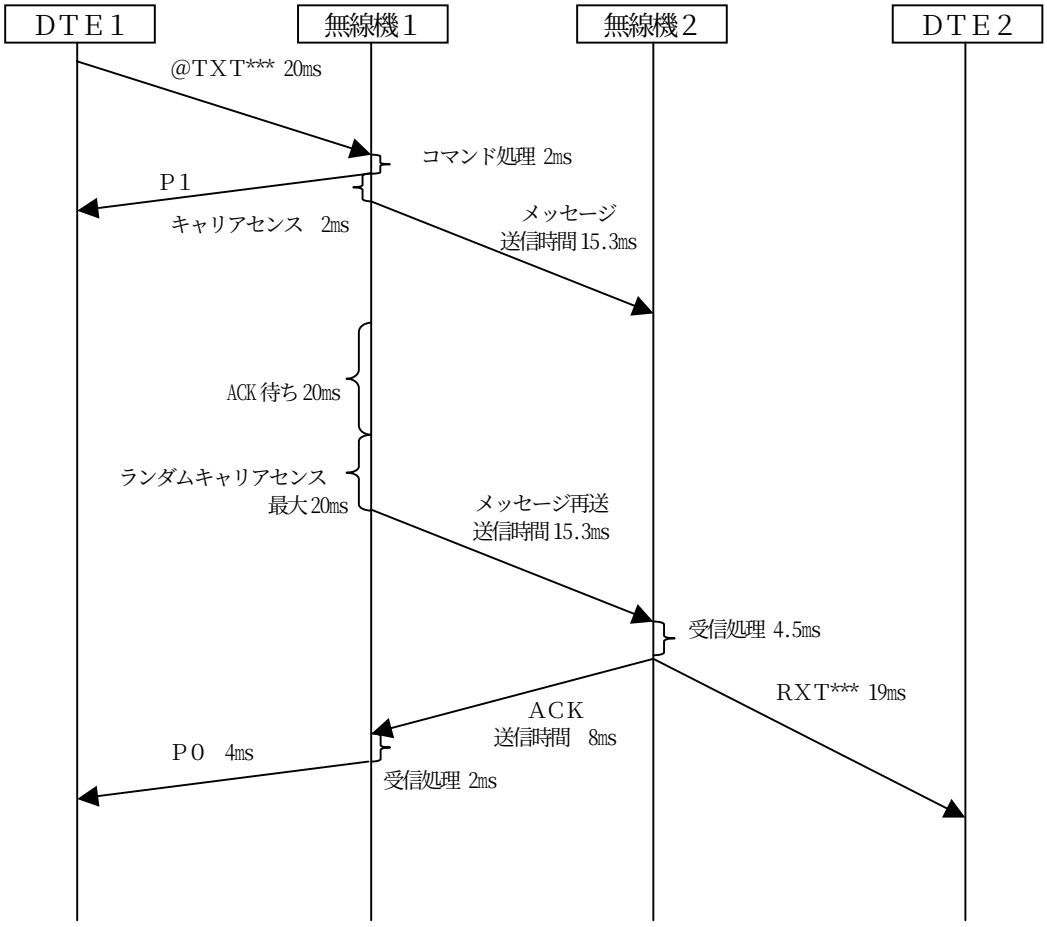


図 19：ＴＸＴコマンド再送１回

(2) ＴＸＴコマンド同報通信　ショートパケット

この例はＴＸＴコマンドで同報通信を行った場合です。送信後、およそ６０ｍｓの間隔を置いて再送のルーチンに入ります。

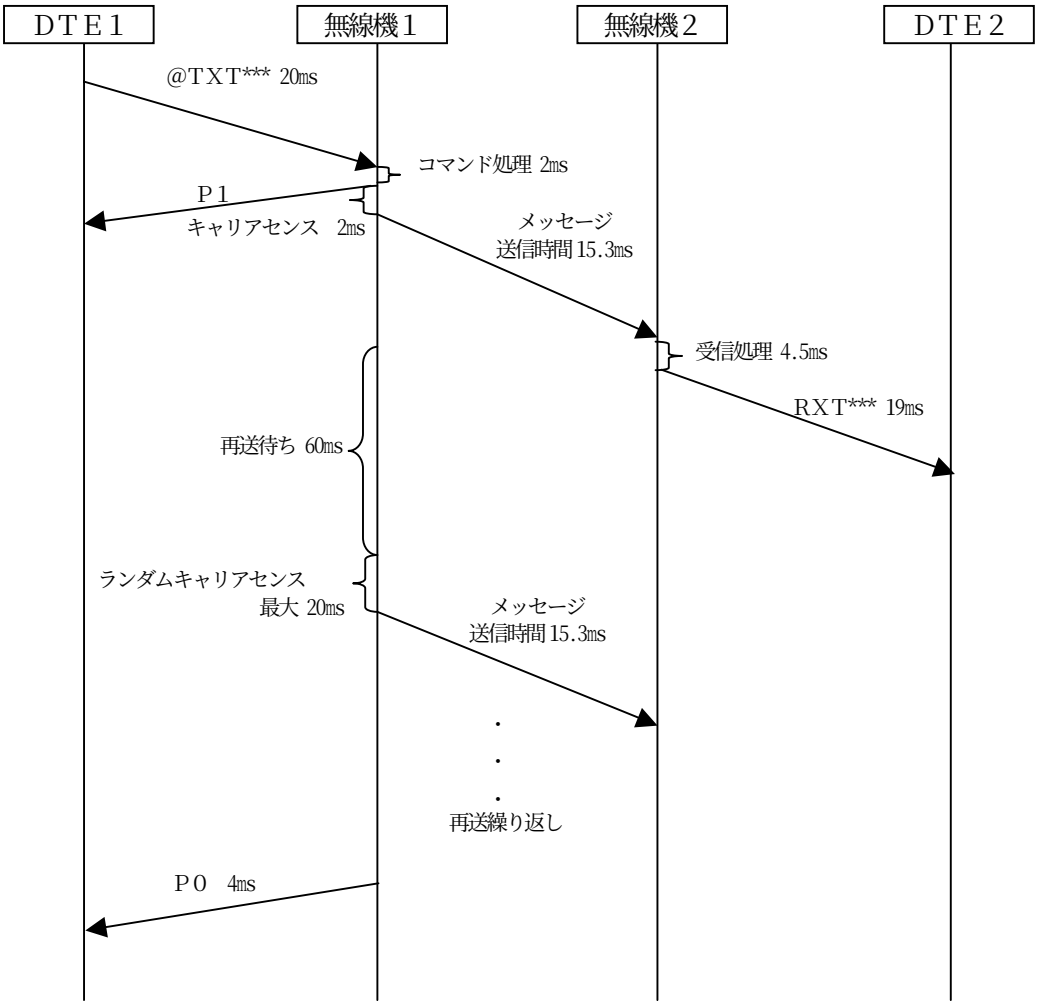


図 20：ＴＸＴコマンド同報通信

(3)ＴＸＴコマンド中継２段　ショートパケット

この例は中継が２段ある場合です。２段中継がある場合はＡＣＫ待ち時間内にＡＣＫが帰らないため、必ず再送が発生します。再送と転送と応答が衝突しないようにランダムキャリアセンスで通信を制御します。

また、ＡＣＫ待ち中にＡＣＫが返ればそれを受信します。

なお、ＤＴＥ－無線期間の動作は省略しましたが、事例(1)、(2)と同じです。

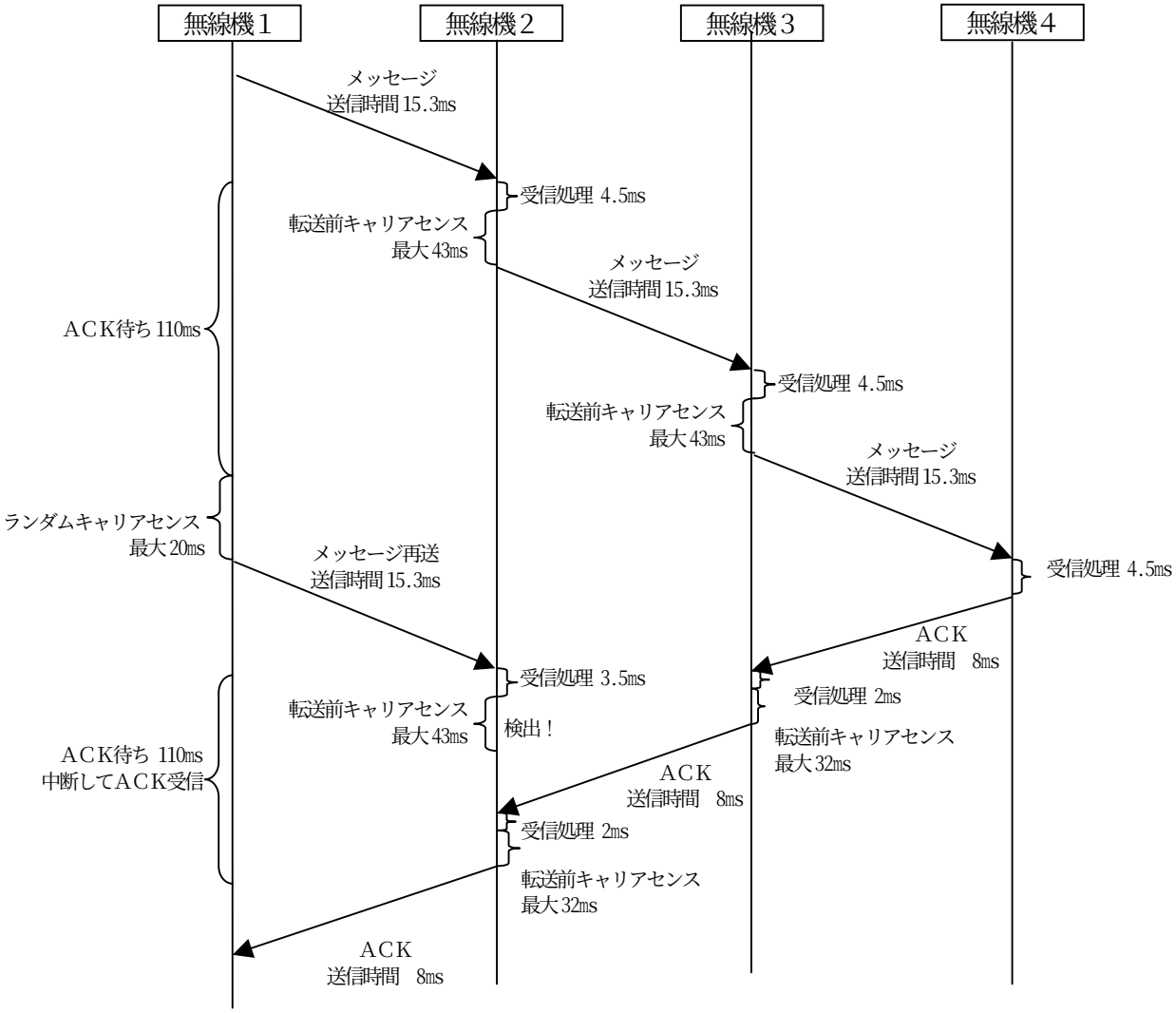


図 21：中継２段

2.8.8 テレコンモード

テレコンモードは接点通信です。送信機のＤｉｏ端子の状態を受信機のＤｉｏ端子に透過させます。ペアとなる送信機と受信機の組み合わせは事前にＩＤ登録モードで設定しておきます。
接点通信は以下のように動作します。

(1) 送信機は、電源投入後、スリープモードで待機しています。入力端子のどれかがＬｏｗに落ちると、割り込みによりアクティブモードに遷移して直ちに送信を開始します。ただし、送信に先立ちキャリアセンスを行い、キャリアを検出した場合は周波数を変更します。
(2) 送信機は、入力端子がＬｏｗの間は連続で送信しています。全ての入力端子がＨｉに戻ると、ＲＥＧ０７で指定されたホールド時間後に送信を終了します。
(3) 受信機は、送信機の接点情報に対応して出力端子をＨｉにします。送信機の入力とはロジックが逆転します。
(4) 受信機は、突発的な受信エラーに対応するために、最初の受信エラーから電波が途切れたと認識するまでにＲＥＧ０７で指定されたホールド時間だけ接点出力を維持します。電波が途切れたと認識すると出力接点を全てＬｏｗに戻して受信動作を終了します。

2.8.8.1 タイミング

送信機の入力端子の操作から受信機の出力接点へ透過するまでの一連のタイミングを図示します。

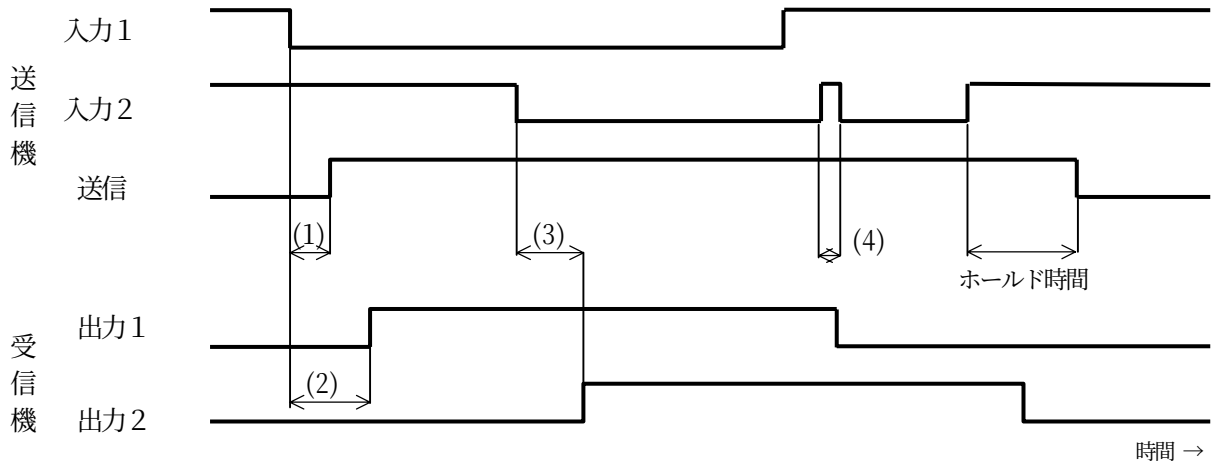


図 22：接点の透過のタイミング

(2) 接点入力がＬｏｗになってから送信開始するまでの時間
送信を開始するまでの時間は最大で２０ｍｓです。
(3) 最初の接点が透過するまでの時間
最初の透過だけ遅くなりますが最大で３５ｍｓです。
(4) 接点の透過時間
透過の時間遅れは最大で２０ｍｓです。
(5) サンプリング周期
サンプリング周期は約１０ｍｓです。入力の時間が１０ｍｓ以下では受信機に透過しないことがあります。

2.8.8.2 ホールド時間

ノイズなどにより受信エラーした時は、メモリレジスタＲＥＧ０７で設定されるホールド時間内であれば接点の状態を保持します。送信機が送信を停止したときもホールド時間内は状態を保持し、ホールド時間経過後は全ての接点をＬｏｗにリセットします。
この機能はインチング操作に対応します。すなわち、送信機において短時間に接点のＯＮ／ＯＦＦを繰り返した場合に、ホールド時間内であれば電波を停止しないのでレスポンスの良い操作が行えます。

2.8.8.3 受信レベル表示

テレコンモードの受信機は、受信中は受信強度をＬＥＤ＿ＲＥＤ、ＬＥＤ＿ＧＲＮ端子に出力します。

表 12：受信レベルの評価

判定	端子の状態	色	説明
良好	LED-RED = Lo LED-GRN = Hi	緑	受信強度が－８０ｄBm以上です。 十分な強度であり安心して使用できます。
注意	LED-GRN = Hi LED-GRN = Hi	緑+赤	受信強度が－８０ｄBm～－９０ｄBmです。 通信できますが、環境変化に注意が必要です。
要改善	LED-RED = Hi LED-GRN = Lo	赤	受信強度が－９０ｄBm未満です。 通信距離の見直しが必要です。
受信 できず	LED-RED = Lo LED-GRN = Lo	消灯	受信できない時は消灯します。 受信強度は測定できません。

2.8.9 ＩＤ登録モード

2.8.9.1 ＩＤとは

ＩＤとは、メモリレジスタＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５に設定される３２ビットの数値で、この値をシードとして送信データをスクランブルすることにより、送信機と受信機を対応付けたり、無線機をグループ化したりすることができます。ＩＤが異なる無線機は通信することが出来ませんので、データに秘匿性を持たせたり、誤接続することを防止します。

2.8.9.2 ＩＤ登録モードの実行

ＩＤはメモリレジスタに直接書き込むこともできますが、テレコンモードではＩＤ登録モードで登録することもできます。ＩＤ登録モードとは受信機の持っている識別符号を元にＩＤを作り、送信機のメモリレジスタに無線通信で書き込む動作です。

ＩＤ登録モードでＩＤを登録するには次のように行います。

なお、説明の都合上、Ｋｅｙｉｎ端子には押しボタンスイッチが接続されて、ＬＥＤ＿ＧＲＮ端子には緑色ＬＥＤが接続されているものとします。

(1) 受信機１台と送信機１台の電源が投入されているものとします。
(2) 受信機と送信機を接近（手が届く範囲）させ、２台のボタンスイッチを長押しします。ＩＤ登録モードに遷移すると、緑色ＬＥＤが点滅を繰り返します。
(3) 受信機のボタンスイッチを短押しします。送信機および受信機はともにＩＤ登録ができると緑色ＬＥＤを１秒間点灯したあと、ＩＤ登録モードを抜けます。
(4) 受信できない場合はＩＤ登録操作を何度でも繰り返すことができます。
(5) ＩＤ登録モードを強制的に抜けるにはボタンスイッチを長押しします。

2.8.9.3 ＩＤ登録のやり直し

一度ＩＤを登録したあとでもＩＤ登録モードをやり直すことができます。ＩＤ登録モードは登録されているＩＤが何であっても新しいＩＤを上書きします。

登録されたＩＤを抹消する（ＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５が００Ｈになる）にはメモリレジスタを初期化します。

注意　ＩＤ登録モードはテレコンモード専用です。

2.9 使用上の注意

2.9.1 送信レスポンスの誤出力

パケット送信モードでは相手無線機からＡＣＫを受けることにより通信の確認を行なっていますが、もし、受信が正常でＡＣＫを返信したにもかかわらず、何らかの原因で送信側にＡＣＫが返らなかった場合、実際には通信成功しているにもかかわらず送信側は送信失敗と判断します。この場合の動作は以下のようになります。

(1)再送回数が０に設定されている場合
＜送信側＞　送信失敗（Ｎ１）のレスポンスを外部機器に出力します。
＜受信側＞　ＡＣＫを返信し、受信データを外部機器に出力します。

(2)再送回数が１回以上に設定されている場合
＜送信側＞　ＡＣＫを受信するまで再送を行ないます。再送中にＡＣＫを受信すれば正常終了（Ｐ０）、受信できない場合は送信失敗（Ｎ１）のレスポンスを出力します。

＜受信側＞　ＡＣＫを返信し、受信データを外部機器に出力します。再送データを受信した場合は、ＡＣＫのみを返信し、外部機器へは出力しません。

再送回数が設定されていればいつかＡＣＫを受信できると考えられますが、送信失敗になった場合には受信側外部機器と送信側外部機器で認識にずれが発生します。この問題は無線機側では対応できませんのでアプリケーションソフト側での対応をお願いします。

2.9.2 同時送信の周波数の追いかけっこ

データ通信モードで周波数グループで運用した場合、偶然、同時送信になったときに周波数が一致できなくて送信失敗になる可能性があります。

たとえば、周波数ｆ１、ｆ２、ｆ３を使用しているときに同時送信が発生すると、送信パケットの周波数は再送のたびに変更されますが、２台がほぼ同じタイミングで変更するため、いつまでも周波数が一致しないので通信失敗になることがあります。

対策は、周波数を固定して運用していただくか、上位アプリケーションによる通信制御で同時送信を防止していただく必要があります。

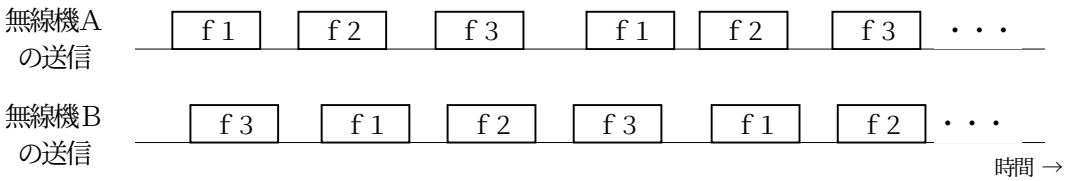


図 23：周波数の追いかけっこ

2.9.3 同報通信の再送回数

同報通信では設定された再送回数の再送を必ず行います。相手からすぐに返信が返るようなアプリケーションソフトの場合は再送中に返信が返る可能性があります。このような場合は再送回数を適切な値に設定しないと同時送信により通信失敗になります。

2.9.4 隠れ端末問題

隠れ端末問題とは、基地局の下に端末局が２台あった場合に、端末局同士が通信できない位置にあると、端末局同士が同時送信になって基地局が混信して通信が失敗する、という問題です。

本無線機のようにマルチホップする場合は、この隠れ端末問題が多くの無線機で発生します。特に周波数グループで運用している場合は送信周波数で受信しているとは限らないため、余計に隠れ端末問題が顕著になります。

本無線機は隠れ端末問題に対する対策手段を持っておりませんので、この問題をご理解いただいた上でアプリケーションソフト側で対策をお願いします。

なお、対策案としては、通信できなかった場合にランダムなウエイト時間を空けて通信をやり直す方法や、基地局がポーリングすることにより同時送信を防ぐ方法があります。

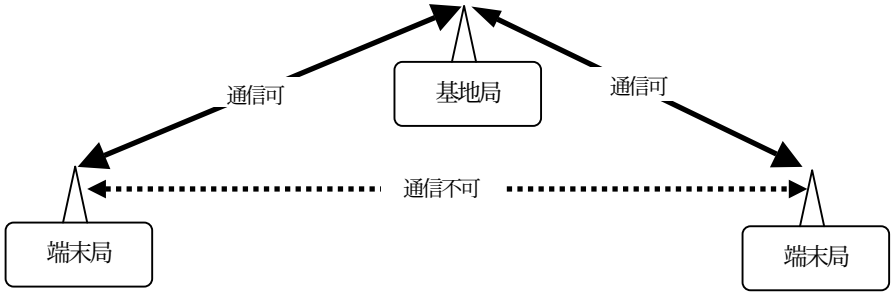


図 24：隠れ端末

第３章

ＦＤＥ０２ＴＪのコマンド

3.1 コマンド一覧

表 13：コマンド一覧

	コマンド名	機能
1	ＡＲＧ	全メモリレジスタの参照
2	ＤＡＳ	宛先アドレスの参照と設定
3	ＤＢＭ	直前のパケットの受信強度の参照
4	ＤＢ２	現在の受信強度を参照
5	ＩＮＩ	全メモリレジスタの初期化
6	Ｍｘｘ	通信モードの切換え
7	ＰＮＧ	通信経路の報告
8	ＲＥＧ	メモリレジスタの参照と設定
9	ＲＩＤ	受信識別符号の参照
１０	ＲＳＴ	リセット
１１	ＴＢＮ	バイナリモード送信
１２	ＴＩＤ	自局識別符号の参照
１３	ＴＳ２	感度テスト
１４	ＴＸＴ	テキストモード送信
１５	Ｖｅｒ	詳細なバージョンの参照

3.2 コマンドの使用方法

(1) 無線機にコマンドを入力する場合、通常のデータと区別するためにコマンドの先頭にコマンド認識用のヘッダ（コマンドヘッダ）“＠”を付加します。
(2) コマンドはアルファベットの大文字と小文字を区別します。
(3) コマンド終結用に２バイトのターミネータを使用します。ターミネータには、[CRLF]（０DH：キャリッジリターン＋０AH：ラインフィード）を使用します。
(4) 無線機はコマンドを認識するとコマンド処理を実行し、レスポンス付きのコマンドの場合には処理終了後に外部機器にレスポンスを返します。
(5) レスポンスが返るまで次のコマンドまたはデータを入力しないでください。予期しない結果を生じる場合があります。
(6) コマンド文字列は連続で入力してください。@マークからＣＲＬＦまでの間に入力が５秒間止まるとエラーになります。（コマンド入力タイムアウト機能）
(7) 送信中または受信中にコマンド入力があった場合は、送信または受信が終了するまでコマンドが実行されませんので、レスポンスが遅れます。

3.3 コマンドレスポンス

3.3.1 コマンドレスポンスの種類と意味

コマンドレスポンスと意味は次のとおりです。
Ｐ０：正常終了
Ｐ１：コマンド実行中
Ｎ０：コマンドエラー
Ｎ１：データ送信失敗（宛先の無線機の応答なし）
Ｎ２：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

3.3.2 受信データとの競合

コマンドレスポンスと受信データが同時に存在した場合はコマンドレスポンスの出力が優先されます。
パケットを受信中または受信データを出力中にコマンドを入力した場合は、受信データの出力が終ってからコマンドレスポンスが出力されます。

3.4 コマンド機能の詳細

ＡＲＧ　：全メモリレジスタの参照

【フォーマット】
　　@ＡＲＧ[CRLF]

【レスポンス】
　　設定一覧表示（ＲＥＧ００～ＲＥＧ１６）
　　Ｎ０　　：コマンドエラー

【機能】
・すべてのメモリレジスタ（１７個）の内容を参照します。１６進2桁+Hで表示されます。

【使用例】
　　@ＡＲＧ[CRLF]　　：コマンド
　　ＲＥＧ００：００H[CRLF]
　　ＲＥＧ０１：００H[CRLF]
　　ＲＥＧ０２：００H[CRLF]
　　　：　　：レジスタ一覧
　　　：
　　ＲＥＧ１５：０AH[CRLF]
　　ＲＥＧ１６：００H[CRLF]

ＤＡＳ　：宛先アドレスの参照と設定

【フォーマット】
　　@ＤＡＳ（アドレス）[CRLF]

　　アドレス　：設定したい宛先アドレス　０００～２５５

【レスポンス】
　　＊＊＊　　：現在のアドレス（参照の場合）
　　Ｐ０　　：正常終了（設定の場合）
　　Ｎ０　　：コマンドエラー

【機能】
・ヘッダレスノーマルモードで通信相手のアドレスを参照または設定します。
・コマンドのみを入力すると現在のアドレスを参照できます。設定する場合はアドレスまで入力します。
・本コマンドによる設定は一時的であり、リセットするとＲＥＧ０１の値に戻ります。

【使用例】
　　@ＤＡＳ００２[CRLF]　　：宛先アドレスを００２に設定
　　Ｐ０[CRLF]　　：正常終了

注意　ＤＡＳコマンドはヘッダレスノーマルモード専用です。

ＤＢＭ　：直前のパケットの受信強度の参照

【フォーマット】
　　@ＤＢＭ[CRLF]

【レスポンス】

－ｘｘｘｄBm　　：受信強度
Ｎ０　　：コマンドエラー

【機能】
・直前に受信したパケットの受信強度を読み出してデシベルで表示します。他局宛の通信を傍受しても読み出すことはありません。
・リセット直後で何も受信していないときは－１４０ｄBm前後の不定値を表示します。
・測定可能範囲は－１００ｄBm～－４０ｄBmです。測定値には誤差がありますので参考値とお考えください。

【使用例】
@ＤBM[CRLF]　　：コマンド
－０８７ｄBm[CRLF]　　：受信強度は－８７ｄBm

ＤＢ２　：現在の受信強度の参照

【フォーマット】
@ＤＢ２[CRLF]

【レスポンス】
－ｘｘｘｄBm　　：受信強度
Ｎ０　　：コマンドエラー

【機能】
・コマンド入力時点の受信強度を読み出してデシベルで表示します。
・ＤBMコマンドとの違いは、本コマンドはノイズや妨害波の強度を表示します。
・測定可能範囲は－１００ｄBm～－４０ｄBmです。測定値には誤差がありますので参考値とお考えください。

【使用例】
@ＤＢ２[CRLF]　　：コマンド
－１０３ｄBm[CRLF]　　：ノイズの強度は－１０３ｄBm

ＩＮＩ　：全メモリレジスタの初期化

【フォーマット】
@ＩＮＩ[CRLF]

【レスポンス】
Ｐ０　　：正常終了
Ｎ０　　：コマンドエラー

【機能】
・無線機のメモリレジスタの全内容を工場出荷時の状態にします。
・ボーレートなどの通信パラメータが変更されていた場合はＰ０レスポンスを受信できないことがあります。

【使用例】
@ＩＮＩ[CRLF]　　：コマンド
Ｐ０[CRLF]　　：正常終了

Ｍｘｘ　：通信モードの切換え

【フォーマット】
@Ｍ００[CRLF]　　テレコンモードのとき
@Ｍ０１[CRLF]　　データ通信モードのとき

【レスポンス】

Ｐ０　　：正常終了
Ｎ０　　：コマンドエラー

【機能】
・無線機の通信モードをテレコンモードまたはデータ通信モードに切り替えます。
・本コマンドを実行すると、無線機は自動的にリセットされます。
・この設定は不揮発性メモリに書き込まれるため、電源を切っても保存されます。また、ＩＮＩコマンドなどのメモリレジスタ初期化の機能では書き換えられません。

【使用例】
@Ｍ０１[CRLF]　　：データ通信モードに設定します。
Ｐ０[CRLF]　　：正常終了

ＰＮＧ　：通信経路の報告

【フォーマット】
@ＰＮＧ：［相手アドレス］[CRLF]

相手アドレス　　：テストしたい相手アドレス。０００～２５４。

【レスポンス】
(1)コマンドに対するレスポンス
Ｐ１　　：コマンド受付
Ｐ０　　：送信終了
Ｎ０　　：コマンドエラー

(2)通信経路の報告
[送信元アドレス]：[受信強度]：[中継局アドレス]：・・・：[受信強度]：[送信元アドレス]

【機能】
・マルチホップの通信経路を報告します。
・送信元は経路探索用のパケットを送信し、直接または中継してパケットが通ってきた経路と区間ごとの受信強度を報告します。
・送信元アドレスから始まり、経由した無線機のアドレスを順番に報告します。相手アドレスに到着すると、今度は送信元アドレスに向けて復路の情報を報告します。２つのアドレスに挟まれた受信強度は、その区間の受信強度を示します。
・無線機の設置台数が増えると通信可能な経路も複数になりますが、報告はもっとも短い経路を報告します。ＰＮＧコマンドを何度か繰り返すと異なる経路を報告することがあります。
・経路が複雑な場合は、Ｐ０レスポンスの後、経路を報告するまで少々時間がかかります。

【使用例】
@ＰＮＧ：１０２[CRLF]　　：送信元でのコマンド
Ｐ１[CRLF]
Ｐ０[CRLF]
１００：－０７５：１０１：－０６８：１０２：－０８５：１００[CRLF]

注意　ＰＮＧコマンドはデータ通信モード専用です。

ＲＥＧ　：メモリレジスタの参照・設定

【フォーマット】

@ＲＥＧ［レジスタ番号］（：設定値）[CRLF]

レジスタ番号	：レジスタ番号（００～１６）を入力します。
設定値	:設定したい値を入力します。（１６進数２桁で末尾にHで入力します。）

【レスポンス】

ｘｘH	：現在の設定値　（参照時）
Ｐ０	：正常終了（設定時）
Ｎ０	：コマンドエラー

【機能】

・メモリレジスタの参照および設定を行います。
・レジスタ番号のみを入力すると現在の設定値を参照できます。
・本コマンドによる設定は不揮発性メモリに書き込まれるので、電源を切っても消えません。なお、設定はリセット後に有効になります。

【使用例】

@ＲＥＧ０６：０５H[CRLF]	：周波数チャンネルを５チャンネルに設定
Ｐ０[CRLF]	：正常終了

ＲＩＤ　：受信識別符号の参照

【フォーマット】

@ＲＩＤ[CRLF]

【レスポンス】

xxxxxxxxxxxx	：識別符号（１２桁の数字）
Ｎ０	：コマンドエラー

【機能】

・受信したパケットから相手の識別符号を読み出します。
・何も受信していないときは 000000000000 とレスポンスします。
・読み出した数字にエラーがあった場合は ？ を表示します。

【使用例】

@ＲＩＤ[CRLF]	：コマンド
000070800231[CRLF]	：通信相手の識別符号を表示

注意　メモリレジスタＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５で設定するＩＤコードと類似していますが、識別符号は全く別のものです。識別符号は製造時に決定され、無線機１台ずつ異なります。

ＲＳＴ　：リセット

【フォーマット】

@ＲＳＴ[CRLF]

【レスポンス】

Ｐ０	：正常終了
Ｎ０	：コマンドエラー

【機能】

・無線機を電源ＯＮの状態に、ソフトウェアリセットします。

・本コマンド入力前にメモリレジスタの内容を書き換えた場合には、書き換え後の設定が有効になります。
・ボーレートなどの通信パラメータが変更されていた場合はＰ０レスポンスを受信できないことがあります。

【使用例】
@ＲＳＴ[CRLF] ：コマンド
Ｐ０[CRLF] ：正常終了

ＴＢＮ　：バイナリモード送信

【フォーマット】
@ＴＢＮ[宛先アドレス][メッセージバイト数][メッセージ][CRLF]

宛先アドレス ：０００～２５５
メッセージバイト数 ：００１～０４６
メッセージ ：任意のバイナリデータ

【レスポンス】
Ｐ０ ：正常終了
Ｐ１ ：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０ ：コマンドエラー
Ｎ１ ：データ送信失敗（宛先の無線機の応答なし）
Ｎ２ ：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・パケット送信モードでバイナリデータを送信します。
・宛先アドレスが２５５は同報通信です。同報通信ではあらかじめ決められた再送回数の送信を必ず行い、Ｐ０またはＮ２レスポンスを返します。
・メッセージバイト数が４６を超える場合はコマンドエラーになります。

【使用例】
@ＴＢＮ００１０１０ＨＥＬＬＯＷＯＲＬＤ[CRLF] ：００１へ送信
Ｐ１[CRLF] ：データ送信中
Ｐ０[CRLF] ：正常終了

注意　ＴＢＮコマンドはパケット送信モード専用です。

ＴＩＤ　：自局識別符号の参照

【フォーマット】
@ＴＩＤ[CRLF]

【レスポンス】
xxxxxxxxxxxx ：識別符号（１２桁の数字）
Ｎ０ ：コマンドエラー

【機能】
・自分の識別符号を読み出します。
・読み出した数字にエラーがあった場合は ？ を表示します。

【使用例】
@ＴＩＤ[CRLF] ：コマンド
000070800231[CRLF] ：自局の識別符号

注意 **メモリレジスタＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５で設定するＩＤコードと類似していますが、識別符号は全く別のものです。識別符号は製造時に決定され、無線機１台ずつ異なります。**

ＴＳ２　：感度テスト

【フォーマット】

@ＴＳ２：［相手アドレス］[CRLF]

相手アドレス	：テストしたい相手のアドレス

【レスポンス】

ＰＯ	：コマンド受付
Connect	：接続した
ooooooooooo.....ooooooo	：５０パケットの受信結果
BER=0.0E-3 PER=0.00 PWR=-060dBm	
Disconnect	：切断した
ＮＯ	：コマンドエラー

【機能】

・無線回線の評価のために受信データのビットエラーレート、パケットエラーレート、受信強度を測定し出力します。受信パケットの１パケットごとにエラーがなければ○を、エラーがあれば×を表示するので、視覚的にエラーの発生状況を知ることができます。
・コマンドを受け付けると相手アドレスに接続要求します。接続要求を受けた無線機は自動的に感度テストモードに遷移します。
・コマンドを入力した無線機をＴＳ２マスターと呼び、接続要求を受けた無線機をＴＳ２スレーブと呼びます。測定結果を出力するのはＴＳ２マスターだけです。
・測定結果は約１秒ごとに更新されます。測定の終了はＲＳＴコマンドを入力します。ＴＳ２スレーブは応答がなくなると、約１秒後に感度テストモードを終了します。
・受信エラーが連続で５０パケット続いた場合は回線が切断されたと判断します。回線が切断されるとＴＳ２マスターは相手アドレスに接続要求します。
・本コマンドは無線機を特殊な動作モードに遷移しますので、ＲＳＴコマンド以外は予想外のレスポンスを返す可能性があります。

【測定データ】

・測定は１パケット２００ビットのＰＮ９データを送受信して、５０パケット１００００ビットのデータを受信すると測定結果を出力します。
・ＢＥＲの最小値は０．１Ｅ－３、ＰＥＲの最小値は０．０２です。
・パケットを受信できなかったときは１００ビットエラーとみなします。

【使用例】

@TS2:001 [CRLF]	：コマンド
PO[CRLF]	：受付
Connect[CRLF]	：接続した
Ooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo[CRLF]	
BER=0.0E-3 PER=0.00 PWR=-074dBm[CRLF]	：測定データ

【使用上の注意】

・本無線機はノイズなどを受信して無駄な受信動作をすることがないように、キャリアを検出したと判断するレベルをメモリレジスタＲＥＧ０８で定義しています。
・この機能はＴＳ２コマンドによる感度テストでは、一度切断すると再接続しにくくなるという副作用があります。
・ＴＳ２コマンドを実行される場合は一時的にＲＥＧ０８の値を６４Ｈ（－１００ｄＢm）に設定されるように推奨します。

注意　ＴＳ２コマンドはデータ通信モード専用です。

ＴＸＴ　：テキストモード送信

【フォーマット】

@ＴＸＴ[宛先アドレス][メッセージ][CRLF]

宛先アドレス	：０００～２５５
メッセージ	：１～４６バイトの任意のテキストデータ

【レスポンス】

Ｐ０	：正常終了
Ｐ１	：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０	：コマンドエラー
Ｎ１	：データ送信失敗（宛先の無線機の応答なし）
Ｎ２	：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】

・パケット送信モードでテキストデータを送信します。
・メッセージバイト数は1から４６バイトまで任意の長さが使用でき[CRLF]によりデータ入力の終了を認識します。
・宛先アドレスが２５５は同報通信です。同報通信ではあらかじめ決められた再送回数の送信を必ず行い、Ｐ０またはＮ２レスポンスを返します。
・メッセージバイト数が４６を超える場合はコマンドエラーになります。

【使用例】

@ＴＸＴ００２ＨＥＬＬＯＷＯＲＬＤ[CRLF]	：００２へ送信
Ｐ１[CRLF]	：データ送信中
Ｐ０[CRLF]	：正常終了

注意　ＴＸＴコマンドはパケット送信モード専用です。

Ｖｅｒ　：詳細なバージョン情報

【フォーマット】

@Ｖｅｒ[CRLF]

【レスポンス】

Version X.XXX Build XX	：バージョン表示
Ｎ０	：コマンドエラー

【機能】

・無線機のプログラムバージョンを読み出します。

【使用例】

@Ｖｅｒ[CRLF]	：コマンド
Version 1.000 Build 12[CRLF]	：バージョンは1．０００です

第４章

ＦＤＥ０２ＴＪのメモリレジスタ

4.1 概要

メモリレジスタは無線機の動作モード・通信パラメータを設定・記憶するレジスタです。メモリレジスタは１７個あります。電源投入またはリセットされたときにこの値が読み込まれ、設定した内容で動作を開始します。

4.2 メモリレジスター覧

表 14：メモリレジスター覧

レジスタ番号	機能	初期値	初期値機能
ＲＥＧ００	自局（送信元）アドレス	００Ｈ	０番
ＲＥＧ０１	宛先アドレス	００Ｈ	０番
ＲＥＧ０２	ＩＤコード１	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ０３	ＩＤコード２	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ０４	ＩＤコード３	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ０５	ＩＤコード４	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ０６	周波数チャンネル／周波数グループ番号	０２Ｈ	２チャンネル
ＲＥＧ０７	ホールド時間	０５Ｈ	０．５秒
ＲＥＧ０８	キャリアセンスレベル	５ＡＨ	－９０ｄＢｍ
ＲＥＧ０９	コマンド認識インターバル	００Ｈ	全て認識
ＲＥＧ１０	再送回数	０５Ｈ	５回
ＲＥＧ１１	有線通信プロトコル	０５Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１２	その他設定	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１３	ヘッダレスノーマルモードの設定	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１４	ターミネータ１	０ＤＨ	ＣＲ
ＲＥＧ１５	ターミネータ２	０ＡＨ	ＬＦ
ＲＥＧ１６	リザーブ	００Ｈ	

4.3 メモリレジスタ機能詳細

ＲＥＧ００：自局（送信元）アドレス [初期値：００H]

・無線機の機器アドレスを設定します。０００～２５４（００H～ＦEH）の設定が可能です。
・送信されるパケットには送信元のアドレスとしてこの値が設定されています。
・送られてきたパケットの宛先アドレスとこの値が一致している場合に受信することができます。

注意 **ＲＥＧコマンドでは２５５の設定もできますが、同報通信と区別が付きませんので予想外の動作をすることがあります。２５５は設定しないでください。**

ＲＥＧ０１：宛先アドレス [初期値：００H]

・ヘッダレスノーマルモードにおいて、通信相手の機器アドレスを設定します。０００～２５５（００H～ＦＦH）の設定が可能です。
・送信されるパケットには宛先アドレスとしてこの値が設定されています。
・送られてきたパケットの宛先アドレスと自局アドレスが一致している場合に受信することができます。
・２５５（ＦＦH）の場合は同報なので、全ての無線機が受信します。

ＲＥＧ０２～ＲＥＧ０５：ＩＤコード [初期値：００H]

・ＩＤ登録モードで設定されたＩＤコードがここに反映されます。
・本無線機はＩＤコードが一致した無線機同士が通信できます。このことを利用して通信相手を特定したり、同じＩＤを持つグループだけと通信したりできます。また、データの秘匿性を高めるためにも使用できます。
・ＩＤ登録モードを使用しないで直接メモリレジスタに値を設定することも可能です。それぞれ００H～ＦＦHを設定できます。

注意 **ＴＩＤコマンドで読み出せる識別符号と類似していますが、識別符号は全く別のものです。識別符号は製造時に決定され、無線機１台ずつ異なります。**

ＲＥＧ０６：周波数チャンネル／周波数グループ番号 [初期値：０２H]

・周波数チャンネルまたは周波数グループ番号を設定します。
・周波数チャンネルは2チャンネルから８２チャンネルまで設定できます。周波数グループモードは0番から２６番まで設定できます。
・テレコンモードでは周波数グループ番号の設定は無効です。ＩＤコードにより自動的に選択されます。周波数固定の時はＲＥＧ０６で周波数チャンネルが設定できます。

注意 **周波数チャンネルまたは周波数グループ番号が設定可能範囲を超えた場合は、許された最大値または最小値とみなされます。**
たとえば、１チャンネルを設定した場合は２チャンネルとみなされます。周波数グループの２７番を設定した場合は２６番とみなされます。

ＲＥＧ０７：ホールド時間 [初期値：０５H]

・テレコンモードのときに、送信を停止または受信を停止するまでの時間を設定します。
・送信機では全ての接点がＨｉに戻ってから送信を停止するまでの時間を設定します。
この時間はインチング操作に対応するために必要です。
・受信機では受信エラーが発生してから受信動作を終了するまでの時間を設定します。
この時間はノイズなどによる突発的な受信エラーに対して接点の状態を保持するために必要です。
・この時間は余り長くすると無駄な送信になりますので、用途に合わせて適切に設定する必要があります。
・１００ｍｓ単位で0秒～２５．５秒の設定ができます。

ＲＥＧ０８：キャリアセンスレベル　[初期値：５ＡＨ]

・キャリアを検出したと判断する受信強度を設定します。この値は、同時送信を防止するために送信に先立ち行われるキャリアセンスと、間歇受信動作で行われるキャリアセンスの両方に適用されます。
・初期値は－９０ｄＢｍです。このとき－９０ｄＢｍよりも強い電波を検出した場合はキャリアを検出したと判断します。
・このレベルが低すぎると、周囲にあるパソコンなどの電子機器が発生するノイズを検出して受信動作に入るため、バッテリーの寿命を短くする恐れがあります。高すぎると、受信できなかったり、同時送信により通信失敗したりする場合があります。

ＲＥＧ０９：コマンド認識インターバル　[初期値：００Ｈ]

・ヘッダレスノーマルモードの時に、送信データとコマンドヘッダを区別するために必要な無入力状態の時間を設定します。コマンドを入力する場合は、この設定以上の時間をあけてから入力してください。
・１０ｍｓ～２５５０ｍｓまで１０ｍｓ単位で設定できます。
・００Ｈを設定した場合は、コマンドヘッダは全て認識されます。

ＲＥＧ１０：再送回数　[初期値：０５Ｈ]

・送信失敗と判断するまでに繰り返す再送の回数を設定します。０～２５５回の設定ができます。
・同報通信では指定された再送回数を必ず行います。同報通信の場合は再送回数を終了しても送信失敗とみなしません。

ＲＥＧ１１：有線通信プロトコル　[初期値：０５Ｈ]

ビット７：データ長

表 15：データ長

0	８ビットデータ　（初期値）
1	７ビットデータ

ビット６～５：パリティビット

表 16：パリティビット

ビット６	ビット５	設定
0	0	パリティなし　（初期値）
0	1	パリティなし
1	0	偶数パリティ
1	1	奇数パリティ

ビット４：ストップビット

表 17：ストップビット

0	１ストップビット　（初期値）
1	２ストップビット

ビット3～0：ボーレート設定

表 18：ボーレート

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	設定
0	0	0	0	リザーブ
0	0	0	1	リザーブ
0	0	1	0	リザーブ
0	0	1	1	2400bps
0	1	0	0	4800bps
0	1	0	1	9600bps（初期値）
0	1	1	0	19200bps
0	1	1	1	38400bps
1	0	0	0	57600bps
1	0	0	1	115200bps
1	-	-	-	リザーブ

REG12：その他の設定 [初期値：00H]

ビット7：通信プロトコル

表 19：プロトコル

0	パケット送信モード （初期値）
1	ヘッダレスノーマルモード

・データ通信プロトコルを設定します。
・パケット送信モードとヘッダレスノーマルモードは互いに通信することができます。

ビット6～4：リザーブ

・本無線機では使用しません。0を設定してください。

ビット3：マルチホップ

表 20：マルチホップ

0	マルチホップ機能が有効 （初期値）
1	マルチホップ機能が無効

・マルチホップ機能を無効にします。
・マルチホップが不要なときには、マルチホップ機能を無効にすると、無駄な転送が防止できるので、レスポンスの良い通信を行なうことができます。
・この機能は自局がマルチホップ動作をしない、ということであり、他局に強要するものではありません。したがって、マルチホップが必要ない時はシステム内の全ての無線機に設定する必要があります。

ビット2：周波数グループ

表 21：周波数グループ

0	グループで使用する （初期値）
1	固定チャンネルで使用する

・周波数をグループで使用するか固定チャンネルで使用するか選択します。

・データ通信モードではグループで使用する場合も固定チャンネルで使用する場合も、チャンネルの設定はＲＥＧ０６で行います。
・周波数グループではショートパケットは使用されません。
・テレコンモードでは、グループで使用する場合のグループ番号はＩＤコードを元に自動で設定されます。固定チャンネルで使用する場合はＲＥＧ０６で設定される値です。

ビット１：低消費電力設定

表 22：低消費電力設定

0	常時アクティブモード　（初期値）
1	スリープモード有効

・スリープモード有効の時は省電力のために間歇受信を行います。それにあわせて、パケットはロングパケットが使用されます。
・常時アクティブモードの時は間歇受信を行いません。パケットはミドルパケットまたはショートパケットが使用されます。
・この設定はテレコンモードでは無効です。

ビット０：リザーブ
・本無線機では使用しません。０を設定してください。

ＲＥＧ１３：ヘッダレスノーマルモードの設定　[初期値：００Ｈ]

ビット７－５：リザーブ
・本無線機では使用しません。０を設定してください。

ビット４：送信トリガ

表 23：送信トリガ

0	ターミネータ　（初期値）
1	タイムアウト

・送信を開始するトリガを設定します。
・送信のトリガの詳細はP26【送信のトリガ】を参照してください。

ビット３：リザーブ
・本無線機では使用しません。０を設定してください。

ビット２：ＣＲＬＦの追加と削除
(1)ヘッダレスノーマルモードで受信の場合

表 24：ＣＲＬＦ追加と削除

0	受信データにＣＲＬＦコードを追加しない　（初期値）
1	受信データにＣＲＬＦコードを追加する

・ヘッダレスストリームモードでは、データの透過性を高めるために受信データには通常のパケット送信モードに見られるような受信ヘッダやＣＲＬＦコードを付加しません。
・しかし、パケット送信モードからのパケットを受信した場合は、送信パケットにＣＲＬＦコードが含まれない

ので本来必要なＣＲＬＦコードが出力されません。
・このようなとき、本設定をおこなうと受信パケットにＣＲＬＦコードが付加されて出力します。

(2)パケット送信モードで受信の設定

表 25：ＣＲＬＦ追加と削除

0	受信データにＣＲＬＦコードを追加する　（初期値）
1	受信データにＣＲＬＦコードを追加しない

・パケット送信モードでは受信したデータにＣＲＬＦコードを付加して外部インターフェースに出力します。
・しかし、ヘッダレスノーマルモードからのパケットを受信した場合は、送信パケットにターミネータ（標準でＣＲＬＦコード）が含まれているのでＣＲＬＦコードが２重に出力されてしまいます。
・このようなとき、本設定をおこなうとＣＲＬＦコードの２重出力を防止できます。

ビット１：送信フォーマット

表 26：送信フォーマット

0	テキストフォーマットで送信する　（初期値）
1	バイナリフォーマットで送信する

・ヘッダレスノーマルモードで送信した場合に、相手無線機が出力する受信ヘッダ（ＲＸＴ・・・など）を指定します。

ビット０：ターミネータ

表 27：ターミネータの設定

0	任意の２バイトコード（ＲＥＧ１４＋ＲＥＧ１５）　（初期値）
1	任意の１バイトコード（ＲＥＧ１４）

・パケットの区切りを識別するターミネータを設定します。
・ヘッダレスノーマルモードでは、ターミネータが入力されるとパケットの区切りと判断し送信を行います。ただし、ビット４：送信のトリガに「タイムアウト」が設定されているとターミネータが入力されても送信されません。

ＲＥＧ１４：ターミネータ１　[初期値：０ＤＨ]

・ヘッダレスノーマルモードにおいて、送信トリガとして使用するターミネータの１バイト目を設定します。任意の１バイトを設定できます。
・ターミネータの扱いはＲＥＧ１３：ビット０で設定します。

ＲＥＧ１５：ターミネータ２　[初期値：０ＡＨ]

・ヘッダレスノーマルモードにおいて、送信トリガとして使用するターミネータの２バイト目を設定します。任意の１バイトを設定できます。
・ターミネータの扱いはＲＥＧ１３：ビット０で設定します。

ＲＥＧ１６：リザーブ　[初期値：００Ｈ]

・本無線機では使用しません。００Ｈを設定してください。

第5章

資料

5.1 一般仕様

5.2 高周波部

・技術基準　：ARIB 標準規格 STD-T66 無線設備適合
　電気通信事業法端末設備等規則技術基準適合
・空中線電力　：0.5mW
・電波形式　：F1D
・通信方式　：単信方式
・無線周波数帯　：2402～2482MHz
・周波数チャネル　：1MHz ステップの 81 チャンネル
・周波数運用形態　：固定モード及びグループモード
・データ変調速度　：50kbps
・受信感度（BER10^{-3}）　：-90dBm(常温)
・サービスエリア　：屋外環境　100m（見通し距離　アンテナ高さ 2m）
・アンテナコネクタ　：ヒロセ　U.FL-R-SMT(10)

5.3 通信制御

・誤り検出機能　：CRC（16 ビット）
・マルチアクセス制御　：グループ内の良好な周波数チャンネルで回線を接続
・マルチホップ機能　：フラッディング方式を独自に改良　小規模向け

5.4 外部インターフェース

共通
・物理インターフェイス　：基板電極(端子数　21)
・入力　：CMOS レベル
・出力　：CMOS レベル
通信ポートの部
・通信方式　：全２重または半２重方式
・同期方式　：調歩同期方式
・ボーレート　：2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200bps
・フロー制御　：なし
・データ長　：７ビット/８ビット
・ストップビット　：１ビット/２ビット
・パリティ　：偶数/奇数/無し
接点入出力の部
・接点数　：送信機　入力８点
　受信機　出力８点

5.5 電源

・電源電圧　：DC　2.4V～6.0V
・消費電流　：送信時　　28mA以下（電源電圧　DC2.4～6V時）
　受信時　　25mA以下（電源電圧　DC2.4～6V時）
　スリープ時　5μA以下（電源電圧　DC3V 時）
　間歇受信時の平均電流　320μA　（参考値）

5.6 環境仕様

・温度条件　：性能保証温度範囲　周囲温度-20～60℃
　動作保証温度範囲　周囲温度-20～70℃
　保存温度範囲　　周囲温度-30～80℃

※『性能保証』とは電気的特性における規格値を保証することをいう。
※『動作保証』とは電気的特性における規格値は保証しないが、暴走、リセット、動作停止等の動作異常、あるいはデバイス等の破壊を生じないことをいう。

・使用湿度範囲　　：95%RH 以下（結露無きこと）
・保存湿度範囲　　：95%RH 以下（結露無きこと）
・耐振動性　　：50m/s ^{2}（JIS-C-60068-2-6）
・耐衝撃性　　：500m/s ^{2}（JIS-C-60068-2-27）

5.7　その他

・外形寸法　　：20(W)×24(D)×2.7(H)mm
・重量　　：約3ｇ

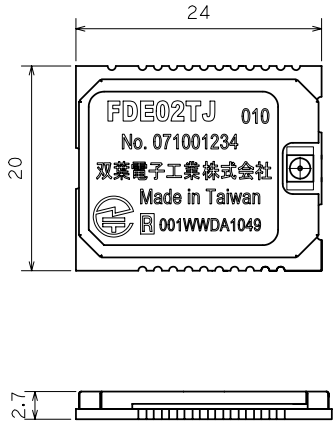


図 25：外観寸法

故障修理依頼される時は

・長くご愛用の結果、または突発的な事故および自然故障などのトラブルにより故障修理を依頼される場合は、できるだけ詳しく状況報告していただけますようご協力ください。早期に故障原因を知ることができれば、修理期間が短くなります。
・機器に手を加えたり、分解したりしないでください。

＊仕様及び外観は、改良のため予告なく変更する事がありますのでご了承願います。
＊本製品を無断改造でご使用になりトラブルが発生した場合、弊社では責任を負いかねますのでご了承願います。

不明な点は下記へお問い合わせください。
■無線機器営業グループ　営業第二ユニット　〒299-4395　千葉県長生郡長生村薮塚1080
TEL (0475)32-6173　FAX (0475)32-6179

■ホームページアドレス　http://www.futaba.co.jp

双葉電子工業株式会社　1M36Q01101